

Julkisten liikenneinvestointien kapitalisoituminen
maan arvoon kaupunkialueilla: kuinka arvioida
liikenneinvestointien vaikutuksia?

Taloustiede

Pro gradu -tutkielma

Johtamiskorkeakoulu

Tampereen yliopisto

05.06.2015

Tuukka Kalliomaa

Ohjaaja: Hannu Laurila

Tiivistelmä

Julkisten investointien vaikutusten arvioiminen on usein todella haastavaa, sillä niihin liittyy usein monia ulkoisvaikutuksia, niin positiivisia kuin negatiivisiakin. Näille ulkoisvaikutuksille taas on hankala määrittää markkinahintaa, mikä tekee niiden mittaamisen erityisen ongelmalliseksi. Yksi perinteinen keino jälkikäteisarvioinnin suorittamiseen on kapitalisoitumishypoteesin hyödyntäminen. Tämän hypoteesin mukaan paikalliset julkiset investoinnit kasvattavat ensin kotitalouksien hyötyä ja yritysten voittoja, mutta siirtyvät eli kapitalisoituvat lopulta maan arvoon. Tässä työssä on pyritty tarkastelemaan kapitalisoitumisen taustalla olevia teorioita, investointien vaikutusten käytännön mittaamista kapitalisoitumista hyödyntäen sekä myös näiden teorioiden ja empiiristen tarkasteluiden puutteita ja haasteita. Erityispaino on annettu aina ajankohtaisille liikenneinvestoinneille ja tarkastelu on rajattu kaupunkialueille.

Ennen kuin kapitalisoitumista voi kuitenkaan ymmärtää tai hyödyntää, täytyy ensin mieltää kuinka maan arvo määräytyy kaupunkialueilla. Perinteisissä maan arvon teorioissa, maan arvo määräytyy lähinnä keskustaetäisyyden mukaan. Yritysten näkökulmasta tämä tarkoittaa sitä, että ne kuljettavat tuotteensa keskustassa sijaitsevalle kauppapaikalle. Kotitaloudet taas kulkevat asuinpaikastaan keskustassa sijaitseville työpaikoille ja takaisin. Tästä seuraa niin ajallisia kuin rahallisiakin kustannuksia, jolloin yritykset ja kotitaloudet säästävät sijoittumalla lähelle keskustaa. Tilaa on rajatusti, mikä johtaa kilpailuun käytettävissä olevasta maasta. Täydellisen kilpailun vallitessa kaikki yritysten säästöt kuljetus- ja matkakustannuksista siirtyvät maan vuokraan, mikä johtaa yritysten ja kotitalouksien keskustaetäisyyden suhteen laskeviin tarjousvuokratyöriin. Maan markkina-arvo taas määräytyy näiden vuokrien nettonykyarvon kautta.

Nämä perinteiset teoriat ovat yksinkertaisuudessaan hyvin selkeitä, mutta eivät välttämättä kuvaa todellisuutta riittävän tarkasti. Yksi merkittävä ongelma on, että kotitalouksien ja yritysten ajatellaan vuokraavan ainoastaan maata, eikä esimerkiksi asuntoja ja toimitiloja. Hedoniset hintamallit on kuitenkin osaltaan kehitetty lievittämään tätä ongelmaa. Ne mahdollistavat asuntojen kaltaisten moniulotteisten hyödykkeiden tarkastelun. Niiden avulla voidaan siirtyä pelkän maan arvon tarkastelusta myös asuntojen tarkasteluun ja ottaa huomioon myös erilaisia muuttujia huomattavasti laajemmin kuin perinteisissä malleissa ja teorioissa. Monimutkaisemmat mallit tuovat kuitenkin mukanaan aina myös joukon ongelmia. Selkein tällainen on hedonisten hintamallien tapauksessa mallien tarkka rakenne empiirisessä tarkastelussa. Teoria ei anna selkeää näkemystä siitä, mitä asuntojen ja niiden ympäristön piirteitä tarkastelussa tulisi ottaa huomioon. Hedoniset hintamallit vaativat hyödyntämiseensä myös todella laadukkaita tilastoja, joita ei moninaisista syistä välttämättä ole saatavilla. Nämä syyt johtavat hyvinkin erilaisiin tuloksiin eri tutkimuksissa.

Hedoniset hintamallit ovat kuitenkin huomattavan paljon käytetty työkalu kapitalisoitumisen mittaamisessa. Investointien siirtyminen maan tai kiinteistöjen arvoihin ei kuitenkaan ole taattua. Kapitalisoituminen nimittäin vaatii tapahtuakseen tiettyjen ehtojen täyttymistä. Nämä ehdot käsittelevät ennen kaikkea kotitalouksien ja yritysten vapaata liikkumista tarkastelualueella. Lisäksi tehdyn investoinnin vaikutusalueen tulee olla riittävän suppea, jotta se ei vaikuta merkittävästi alueen markkinatasapainoon. Nämä ehdot yhdessä hedonisten hintamallien empiiristen ongelmien kanssa asettavat itse asiassa näiden menetelmien hyödyntämisen kyseenalaiseen valoon. Toisaalta niiden laaja käyttö kuitenkin puhuu niiden puolesta, mutta tulevaisuudessa olisi toivottavaa keskittyä ennen kaikkea yhtenäisten tilastojen ja mallien muodostamiseen, jotta tutkimustuloksista saadaan vertailukelpoisia. Lopultahan näiden teorioiden ja mallien on kuitenkin tarkoitus toimia päätöksenteon apuna.

Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	4
2. Maan arvon määräytyminen kaupunkialueilla	7
2.1. Kaupunki, kaupunkialue ja niiden määritelmät	7
2.2. Maan markkina-arvo	8
2.2. Maanvuokra	10
2.3. Tarjousvuokrateoria	12
2.4. Kaupunkialueen maankäytön pitkän aikavälin tasapaino.....	23
2.5. Yksinkertaisten mallien oletusten ja johtopäätösten todenmukaisuus.....	27
2.6. Maamarkkinoiden komparatiivis-staattinen analysointi	34
3. Kapitalisoituminen ja sen mittaaminen	39
3.1. Kapitalisoitumisen teoria.....	39
3.1.1. Ulkoinen kapitalisoituminen.....	40
3.1.2. Sisäinen kapitalisoituminen.....	40
3.2. Kapitalisoitumisen empiirinen tarkastelu ja sen ongelmat.....	43
3.3. Hedonisten hintamallien teoria	44
3.4. Hedonisten hintamallien empiiriset ja teoreettiset ongelmat	50
3.5. Hedonisten hintafunktioiden hyödyntäminen investointien vaikutusten arvioimisessa	52
4. Kapitalisoitumisen ja hedonisten hintamallien empiria	55
4.1. Helsingin metron vaikutusten arviointi: Laakso (1997)	55
4.2. Liikenteen melun vaikutusten arviointi: Sik Kim, Joong Park & Kweon (2007)	59
4.3. Tampereen seudun paikalliset liikenneinvestoinnit	61
4.3.1. Rantaväylän tunneli	63
4.3.2. Tampereen raitiotie	65
5. Johtopäätökset.....	68
LÄHTEET	70
Painetut ja tieteelliset lähteet.....	70
Muut lähteet	73
LIITTEET	74
Liite 1: McDonaldin ja McMillenin tutkimuksen havaitut maan arvot & estimoidut maanarvofunktiot: Chicago 1873	74
Liite 2: McDonaldin ja McMillenin regressiomallin estimointitulokset: Chicago 1873	74

Liite 3: McMillenin regressiomallin estimointitulokset: Chicago 1960–1990.....	75
Liite 4: Maanarvokäyrän kaltevuuden kehitys: Chicago 1830–1990	76
Liite 5: Tavanomaisia tilastotietoja Laakson käyttämistä muuttujista.....	76
Liite 6: Laakson estimoimat rakennuskannan arvot ja niiden muutokset	77
Liite 7: Sik Kimin, Joong Parkin ja Kweonin tutkimuksessa käytetyt muuttujat	77
Liite 8: Sik Kimin, Joong Parkin ja Kweonin estimointitulokset.....	78
Liite 9: Tampereen raitiovaunun suunniteltu reitti ja pysäkkien vaikutusalueet	78
Liite 10: Mohammedin et al. keräämät tutkimustulokset raideinvestointien aikaansaamista muutoksista kiinteistöjen ja maan arvoissa	79

1. Johdanto

Tampereella ja yleisemmin Pirkanmaalla on käyty viime vuosina todella vilkasta keskustelua useistakin isoista liikenneinvestoinneista. Nyt rakenteilla oleva Rantaväylän tunneli aiheutti muutama vuosi sitten paljon poliittista vääntöä ennen kuin projekti sai hyväksynnän. Myös Rantaväylän tunnelia vielä huomattavasti isompi ja suurempia tunteita herättävä liikenneinvestointihanke, Tampereen raitiohanke, on tällä hetkellä julkisen keskustelun keskiössä. Tampereen kaupungin tiedotuslehdessä, Tampereessa julkaistussa vuoden 2015 kaavoituskatsauksessa (1, 2015) Tampereen kaupungin maankäytön suunnittelun suunnittelujohtaja Taru Hurme kertoo otsikon "joukkoliikennekaupunkia rakentamassa" alla raitiohankkeen olevan "Tampereen suurin kaupunkisuunnitteluhanke." Tatu Airo uutisoi Aamulehden artikkelissa "Tässä se nyt on: Tampereen ratikan hintalappu julki" (24.4.2014) tämän projektin kokonaishinnaksi suunnilleen 320–330 miljoonaa euroa. Vuoden 2015 eduskuntavaalit herättivät keskustelua myös muista pienemmistä liikenneinvestoinneista.

Tampereenseudulla on siis meneillään tai alkamassa useita merkittäviä liikenneinvestointeja, joiden kannattavuudesta on käyty kiihkeää keskustelua. Luonnollisesti näiden investointien kannattavuudesta ja vaikutuksista on esitetty useita erilaisia arvioita, mutta lopullisten vaikutusten arviointi voidaan tehdä vasta projektin päätyttyä ja markkinoiden sopeuduttua. Tämä ei kuitenkaan ole välttämättä kovin yksinkertaista, sillä hyöty jakaantuu liikenneinvestoinneissa usein epätasaisesti ja osa hyödystä saattaa päätyä myös kaupungin ulkopuolelle. Käytettävissä olevat tilastot saattavat myös rajoittaa projektin kannattavuuden ja vaikutusten arviointia. Lisäksi kaupunkialue itsessään asettaa joitakin haasteita empiiriselle tutkimukselle. Suurimman ongelman aiheuttavat kuitenkin yleensä liikenneinvestointien suuret ulkoisvaikutukset, joita voidaan mitata vain epäsuorasti.

Tämä työ pyrkii kuitenkin esittämään yhden vaihtoehdon julkisten liikenneinvestointien vaikutusten arvioimiseksi, vaikkakin vasta jälkikäteen. Kapitalisoitumisen hypoteesin mukaan julkisten investointien hyödyt ja epäsuorat kustannukset saavat aikaan muutoksia asuntojen ja liikekiinteistöjen vuokrissa ja hinnoissa. Lopulta nämä muutokset kapitalisoituvat maan arvoon. Teoriatasolla kapitalisoituminen on yllättävän yksinkertainen konsepti ja sen ymmärtäminen ei ole järin hankalaa. Asian sisäistäminen vaatii kuitenkin aiempaa ymmärrystä maan arvon

määräytymisestä kaupunkialueella. Kapitalisoitumisen empiirinen tarkastelu on myöskin usein ongelmallista.

Tutkielmassa lähdetään näistä syistä liikkeelle maan arvon määräytymisen tarkastelulla. Luvussa 2 määritellään ensin kaupungin ja kaupunkialueen käsitteet ja siirrytään sen jälkeen tarkastelemaan lyhyesti, mitä tarkoitetaan maan markkina-arvolla. Tämän jälkeen siirrytään tarkastelemaan melko syvällisesti kaupunkimaan arvon määräytymiseen liittyvää erittäin tärkeää tarjousvuokrateoriaa. Tarjousvuokra toimii lähtökohtana melkein kaikissa moderneissa kaupunkialueen maankäyttöä käsittelevissä tarkasteluissa.

Kolmannessa luvussa käsitellään ensin varsinainen kapitalisoitumisen teoria ja tarkastellaan, kuinka kapitalisoitumista voidaan käyttää hyödyksi julkisten investointien vaikutuksia selvittäessä. Tämän jälkeen tarkastellaan lyhyesti hedonisten hintamallien teoriaa ja kuinka niitä voidaan hyödyntää investointien kapitalisoitumisen laskemisessa. Hedoniset hintamallit ovat hyödyllinen työkalu kaupunkialueiden empiirisessä analysoinnissa, sillä ne mahdollistavat aihealueen ongelmien monipuolisemman ja realistisemman tarkastelun. Toisaalta niiden käyttöön liittyy myös paljon ongelmia ja ne ovat teoriansa puolesta huomattavasti haastavampia kuin perinteiset tarjousvuokramallit. Niiden ymmärtäminen on kuitenkin olennaista, sillä niiden käyttö alan tutkimuksissa on äärimmäisen yleistä.

Neljännessä luvussa tarkastellaan muutamia erilaisia aihealuetta käsitteleviä tutkimuksia hieman tarkemmin esimerkkeinä aihealueen käytännön empiirisestä työstä. Näin toimitaan, koska empiirisen tutkimuksen toteuttaminen tämän työn puitteissa ei ole mielekästä empiirisen tutkimuksen vaatimien resurssien vuoksi. Ennen kaikkea tutkimukseen vaadittavia laadukkaita tilastoja ei nimittäin usein ole helposti saatavilla ja lisäksi niiden käsittely vaatii huomattavasti aikaa. Esimerkiksi Laakso (1997, s. 3) kertoo käyttäneensä lähes 400 miestyötuntia oman tutkimuksensa Urban housin prices and the demand for housing characteristics tilastojen kasaamiseen. Tämän työn tarkoitus onkin luoda pohja mahdolliselle myöhemmälle tutkimukselle ja tarkastella ylipäätään sen mielekkyyttä. Luvussa 4 tarkastellaan siksi ensin Helsingin metron vaikutusten arvioimista tämän Laakson tutkimuksen kautta, minkä jälkeen tutustutaan liikenteen melun aiheuttamiin negatiivisiin vaikutuksiin Sik Kimin, Joong Parkin ja Kweonin (2007) artikkelin Highway traffic noise effects on land price in an urban area avulla. Näiden tutkimusten pohjalta pyritään lopulta arvioimaan minkälaisia haasteita mainittujen kahden suuremman Tampereen

seudun liikenneinvestoinnin jälkikäteisarvioinnissa saatetaan kohdata. Lopuksi kootaan vielä yhteen työssä käsitellyt teoriat ja pohditaan niiden empiirisen soveltamisen mielekkyyttä. Lisäksi pohditaan, kuinka tarkastelua olisi mahdollista tulevaisuudessa laajentaa.

On huomattava, että työssä on käytetty säännönmukaisesti käsitettä maan arvo, vaikka alan kirjallisuudessa maan arvoa ja maan hintaa käytetään ristiin. Täydellisen kilpailun vallitessa nämä kaksi käsitettä vastaavat toisiaan. Lisäksi tarkastelussa puhutaan usein maanvuokrasta, mutta kuten luvussa 2 huomataan, lasketaan maan markkina-arvo kaikkien tulevaisuuden maanvuokrien nykyarvona. Maanvuokran ja maan arvon välillä on siis hyvin konkreettinen yhteys.

2. Maan arvon määräytyminen kaupunkialueilla

2.1. Kaupunki, kaupunkialue ja niiden määritelmät

McDonald ja McMillen (2007, s. 3) määrittelevät teoksessaan *Urban economics and real estate: theory and policy* kaupunkialueen paikaksi, jolla on "korkea väestötiheys verrattuna ympäröivään alueeseen ja tiettyä vähimmäislukua suurempi kokonaisväestö (kaupunkialueiden erottamiseksi pienistä kylistä)." He lisäävät, että "useimmilla kaupunkialueilla on lisäksi tunnistettavissa oleva keskipiste, jossa väestötiheys on huipussaan". He antavat kuitenkin välittömästi esimerkin myös monikeskustaisesta kaupunkialueesta (Minneapolis–St. Paul). He tekevät myös eron kaupunkialueiden ja kaupunkien välillä, mutta eivät perustele jakoa sen tarkemmin. Kaupungin ja kaupunkialueen määritelmät itsessäänkin ovat jo hyvin epätarkat, sillä niiden tarkka sisältö vaihtelee maittain, vaikka niiden kansantajuinen merkitys onkin selvä (Dijkstra & Poelman 2014, s. 2).

Dijkstra ja Poelman (2014) pyrkivät kuitenkin raportissaan *A harmonised definition of cities and rural areas: the new degree of urbanisation* yhtenäistämään määritelmien käyttöä. He käyttävät apunaan niin kutsuttua väestökehikkoa (*population grid*), joka jakaa alueet neliökilometrin kokoisiin soluihin niiden väestömäärän mukaan. Suurimman tiheyden soluissa asukkaita on vähintään 1500, seuraavaksi suurimmissa soluissa asukkaita on vähintään 300 ja viimeisen kategorian muodostavat loput solut, joissa asukkaita on alle 300. He määrittelevät näiden pohjalta myös kaksi käsitettä: asutuskeskittymä (urban cluster) ja tiheästi asuttu keskittymä (high-density cluster). Asutuskeskittymä koostuu vähintään 300 asukkaan soluista, ja yhteensä alueella asuu vähintään 5000 ihmistä. Tiheästi asuttu keskittymä taas koostuu vähintään 1500 asukkaan soluista, ja yhteensä alueella asuu vähintään 50000 ihmistä.

Seuraavaksi he jakavat myös maa-alueet kolmeen kategoriaan asutustiheyden mukaan: tiheästi asuttu, keskitiheästi asuttu ja harvaan asuttu. Vaihtoehtoisesti näitä kategorioita kutsutaan vastaavasti nimillä kaupunki / suuri kaupunkialue, kylät ja taajamat / pieni kaupunkialue sekä maaseutualue. Nämä kategoriat taas määräytyvät sen mukaan kuinka paljon tietyllä edellä esitellyistä soluista koostuvalla alueella on keskimäärin asukkaita. Alue on tiheästi asuttu (kaupunki), mikäli yli puolet sen asukkaista asuu tiheästi asutuissa keskittymissä. Keskitiheästi asutulla alueella (kylät ja taajamat) taas korkeintaan puolet asukkaista asuu tiheästi asutuissa

keskittymissä ja korkeintaan puolet asukkaista asuu asutuskeskittymien ulkopuolella. Luonnollisesti harvaan asutulla alueella (maaseutu) taas vähintään puolet asukkaista asuu asutuskeskittymien ulkopuolella.

Myös Laakso ja Loikkanen (2004, s. 23–24) esittävät kirjassaan Kaupunkitalous määritelmän kaupunkialueelle, joka on tarkkuudessaan näiden kahden edellä esitellyn määritelmän välimaastossa: "käsite kaupunkialue tai kaupunkiseutu tarkoittaa aluekokonaisuutta, joka koostuu yhdestä (tai useammasta) keskuskaupungista sekä sen lähialueista, jotka ovat tiiviissä taloudellisessa vuorovaikutuksessa keskuskaupungin kanssa. Kaupunkialue voi olla muodostunut myös kahden tai useamman keskuskaupungin ympärille." Tämän lisäksi Laakso ja Loikkanen (2004, s. 24) määrittelevät termin metropoli tarkoittavan suurta kaupunkialuetta ja megametropolin tarkoittavan todella suurta metropolia. Lisäksi toisin kuin McDonald ja McMillen Laakso ja Loikkanen (2004, s. 23) antavat myös kaupungille määritelmän: "kaupunkitaloustieteessä kaupunki tarkoittaa maantieteellistä aluetta, jossa asuu paljon ihmisiä suhteellisen pienellä alueella." Laakson ja Loikkasen määritelmien tarkkuus on tämän työn kannalta riittävä, sillä alan tutkimuksia voidaan tarkastella aina niiden omassa viitekehyksessä. Tarkoilla määritelmillä ei myöskään ole juuri vaikutusta teorian käsittelyn kannalta, sillä teorialat voidaan yleistää kattamaan sekä yksittäiset kaupungit, että kaupunkialueet. Teoriaa tarkasteltaessa näitä termejä käytetäänkin synonyymisesti. On kuitenkin tärkeää ymmärtää tämä erilaisten määritelmätapojen paljous, sillä se asettaa rajoitteita eri tutkimusten vertailulle. On myöskin totta, että esimerkiksi täydellisen kilpailun väittämän todenpitävyyden pienissä kaupungeissa voidaan kyseenalaistaa, mikä asettaa tietyt rajat teorioiden käytettävyydelle.

2.2. Maan markkina-arvo

Maan arvon määrittymisen tarkastelussa helpointa on lähteä liikkeelle maan markkina-arvosta. Laakso ja Loikkanen (2004, s. 137) määrittelevät maan markkina-arvon tarkoittavan "maan tuottaman vuokratulovirran nykyarvoa." Tämä voidaan tiivistää kaavaan

$$NA = \sum_{t=0}^n \frac{B - C}{(1 + i)^t}, \quad (2.1)$$

jossa NA on nettotulovirran nykyarvo, B on maan hyödyntämisestä saatava tulo, C on maan hyödyntämisestä seuraava kustannus, n on tarkasteltavan ajanjakson pituus ja i on korkotaso. Tämä nykyarvo on se maksimimäärä, jonka sijoittaja on valmis maksamaan maasta, kun hänellä on toinen sijoituskohde, joka tuottaa korkotason i verran vuodessa. On huomattava, että NA muodostuu siitä käytöstä, jolla maasta saadaan maksimaalinen tuotto. Lisäksi kaavalla saadaan myös kaavoittamattoman joutomaan arvo lisäämällä yhtälöön se todennäköisyys, jolla maa kaavoitetaan ja otetaan käyttöön. (Laakso & Loikkanen 2004, s. 137–138.)

Maan markkina-arvosta puhuttaessa on hyvä muistaa, että se nojaa täydellisen kilpailun olettamukseen. Täydellisen kilpailun vallitessa markkinoilla kuvastaa markkina-arvo NA täydellisesti sitä hintaa, mikä maasta maksetaan ja jolla maan ostava tai vuokraava yrittäjä ei enää saa ylimääräisiä voittoja. Tämä tarkastelu taas voidaan laajentaa kattamaan poikkeavuudet maan laadussa. Hyvälaatuisesta maasta saadaan korkeammat voitot B-C kuin heikompilaatuisesta, mutta täydellinen kilpailu saa aikaan sen, että tästä parempilaatuisesta maasta ollaan valmiita maksamaan juuri sen verran enemmän kuin heikompilaatuisesta, että voitot menevät nolleen molemmilla maatyypeillä. Parempilaatuisella maalla on siis korkeampi nettotulovirran nykyarvo kuin heikompilaatuisella, mutta koska tämä nykyarvo kuvastaa suoraan maan arvoa ja siten hintaa, ei kummallakaan maalla pystytä saamaan ylimääräisiä voittoja. (Laakso & Loikkanen 2004, s. 137–141.)

Maan markkina-arvon käyttäminen maan arvon mittaamiseen on kuitenkin ajoittain ongelmallista, sillä täydellisen kilpailun oletama harvoin toteutuu täysin. Laakso ja Loikkanen (2004, s. 145–146) kertovat kuinka Helsingissä ja oletettavasti muuallakin tonttien vuokrahinnat laahaavat markkinakehitystä jäljessä, sillä vuokrasopimukset solmitaan pitkiksi ajoiksi kerrallaan. Myös Wang (2009, s. 24–25) kuvaa artikkelissaan The structure of Chinese urban land prices: estimates from benchmark land price data toisen maailmansodan jälkeisen Kiinan tilaa, jossa kaupunkien keskustojen hinnoittelu poikkesi markkinahinnoittelusta ”poliittisten tarpeiden” seurauksena. Hänen mukaansa maata ei edelleenkään voi ostaa, mutta nykyään Kiinan valtio kuitenkin vuokraa maata, ja vaikka hinnat eivät täysin mukaile markkinahinnoittelua, on asiassa edistytty merkittävästi. Nishimura, Yamazaki, Idee ja Watanabe (1999) taas etsivät artikkelissaan Distortionary taxation, excessive price sensitivity, and Japanese land prices syitä Japanissa toisen maailmasodan jälkeen esiintyneeseen maan arvon voimakkaaseen heilahteluun. Luonnollisesti

korkotason liikkeet ja kuljetusyhteyksien parantuminen muiden muassa selittävät osan vaihtelusta, mutta varsinkin vuoden 1985 jälkeisiä valtavia vaihteluita on heidän mukaansa vaikea selittää näillä tekijöillä. He todistavat artikkelissaan tämän jälkeen, kuinka Japanin poikkeuksellisen merkittävät transaktiokustannukset yhdessä vääristävän verotuksen kanssa saavat aikaan vääristymiä perinteisessä nykyarvolaskennassa.

2.2. Maanvuokra

Edellisessä alaluvussa todettiin maan markkina-arvon määräytyvän maan tuottaman vuokratulovirran nykyarvona. Siirrytään nyt käsittelemään, kuinka tuo vuokratulovirta muodostuu.

Ricardoa (1821, s. 55–74) pidetään ensimmäisenä taloustieteilijänä, joka kehitti maanvuokran teoriaa. Hän tarkasteli teoksessaan *Principles of political economy and taxation* maatalousmaan hinnoittelua sen hedelmällisyyden mukaan ja määritteli maanvuokran "siksi osuudeksi maan tuotannosta, joka maksetaan vuokraisännälle maaperän alkuperäisten ja ehtymättömien voimien käyttöoikeudesta" (*that portion of the produce of the earth, which is paid to the landlord for the use of the original and indestructible powers of the soil*). Hän lähti siitä olettamasta, että kaikki maatalousmaa ei ole yhtä laadukasta. Hän oletti myös, että kaikista hedelmällisintä maata on olemassa rajattu tarjonta. Luonnollisesti myös seuraavaksi hedelmällisintä maata on olemassa myös rajattu tarjonta ja niin edelleen. Seuraavaksi Ricardo oletti vielä, että samalla työvoiman ja pääoman määrällä hedelmällisemmästä maasta saadaan enemmän tuotantoa kuin vähemmän hedelmällisestä maasta.

Tarkastellaan Ricardon teoriaa ensin nuoren, asukasmäärältään pienen maan näkökulmasta. Mikäli kaikista hedelmällisintä maata riittää kaikkien asukkaiden ruokkimiseen, on maanvuokra nolla, sillä tarjonta ylittää tällöin kysynnän ja hedelmällisin maa on ilmaishöydyke. Maan asukasmäärän kasvaessa joudutaan kuitenkin ottamaan myös seuraavaksi hedelmällisin maa viljelyskäyttöön. Maanvuokra muodostuu nyt näiden kahden hedelmällisyydessään eroavan maan tuotantomäärien erotuksesta. Jälleen asukasmäärän kasvaessa siirrytään kolmanneksi hedelmällisimmän maan viljelyyn, jolloin maanvuokra hedelmällisimmälle maalle muodostuu hedelmällisimmän maan ja kolmanneksi hedelmällisimmän maan tuotantomäärien erotuksesta. Samalla tavoin toiseksi hedelmällisimmän maan maanvuokra muodostuu toiseksi hedelmällisimmän ja kolmanneksi hedelmällisimmän maan tuotantomäärien erotuksesta. (McDonald & McMillen 2007, s. 88.)

McDonald ja McMillen (2007, s. 88–89) tiivistävät Ricardon annin maanvuokran teorialle neljään oleelliseen käsitteeseen:

1. maa on luontaisilta ominaisuuksiltaan ja käyttäjälle tarjoamiltaan eduilta vaihtelevaa,
2. tiettyä luontaisin ominaisuuksin varustettua maata on olemassa vain kiinteä tarjonta,
3. maamarkkinoilla vallitsee täydellinen kilpailu,
4. maanvuokra määräytyy maan luontaisten ominaisuuksien tai sen käyttäjälle tarjoamien etujen mukaan.

Maan hedelmällisyys ei kuitenkaan ole enää nykypäivänä riittävä ominaisuus selittämään kaupunkien ydinkeskustoissa vallitsevia eroja maanvuokrissa. Ricardon teoria on itse asiassa kovin rajoittunut jopa maatalousmaan hinnoitteluun, sillä Ricardo ei huomioinut tarkastelussaan sijainnin vaikutusta. (McDonald & McMillen 2007, s. 89.) Tärkeän seuraavan askeleen maanvuokran teorian kehittämisessä ottikin Von Thünen (1826), joka siirtyi tarkastelemaan teoksessaan *The isolated state* maan sijaintia ja hylkäsi ajatuksen hedelmällisyydeltään vaihtelevasta maasta. Hän oletti maanvuokran riippuvan maan etäisyydestä johonkin keskeiseen kauppapaikkaan. Nyt jos jokainen maanviljelijä myy samanarvoista tuotetta, saavat he tuotteestaan saman hinnan riippumatta heidän rahtikuluistaan. Tällöin viljelysmaan ollessa muuten samanarvoista muodostavat rahtikustannukset perustan maanvuokran määräytymiselle.

Rahtikustannukset ajavat maanviljelijät siis mahdollisimman lähelle keskeistä kauppapaikkaa, sillä lähimmäksi kauppapaikkaa päässeet maanviljelijät saavat tuotteistaan parhaat voitot rahtikustannusten ollessa minimissään aivan kauppapaikan vieressä. Kaikille ei kuitenkaan riitä maata aivan kauppapaikan vierestä, jolloin osa maanviljelijöistä päätyy kauemmas kauppapaikasta ja samalla heidän voittonsa laskevat rahtikustannusten noustessa. Tätä jatkuu kunnes rahtikustannukset syövät kaikki tuotteen myymisestä saatavat voitot, ja loppu maa jää käyttämättömäksi. (McDonald & McMillen 2007, s. 89.)

Von Thünen (1826) päätteli siis kilpailun takaavan, että maanviljelijät hakeutuvat mahdollisimman lähelle kauppapaikkaa, mikä johtaa korkeampiin maanvuokriin lähellä kauppapaikkaa huolimatta maan tasalaatuisuudesta. Tasapainopisteessä jokaisen maanviljelijän voitot ovat yhtä suuret, koska rahtikustannukset otetaan huomioon maanvuokrassa.

2.3. Tarjousvuokrateoria

Alonso (1964) loi teoksessaan *Location and land use: toward a general theory of land rent* pohjan nykyaikaiselle kaupunkitaloustieteelle. Samalla hän toi alalle myös tarjousvuokran (bid rent) käsitteen, joka toimii nykyään usein lähtökohtana kaupunkien maamarkkinoiden teoriaa tarkasteltaessa (McDonald & McMillen 2007, s. 90). Toisin kuin aiemmin käsitelty maanvuokra, joka summattuna yli ajan vastasi täydellisen kilpailun vallitessa maan markkina-arvoa, kuvaa tarjousvuokra vain maan hypoteettista arvoa. Tästä huolimatta tarjousvuokrateoria on yllättävänkin selitysvoimainen teoria, kuten myöhemmin tullaan huomaamaan.

Tarjousvuokra kertoo, kuinka paljon kotitalous voi maksimissaan maksaa vuokraa yhdestä maayksiköstä tietyllä kaupunkialueella säilyttäen tietyn hyötytason. Samalla tavoin yritysten tarjousvuokra kertoo, kuinka paljon yritys pystyy maksimissaan maksamaan vuokraa tietyllä kaupunkialueella säilyttäen tietyn voittotason. Kotitalouden tarjousvuokrakäyrä muodostaa siis sijainnin ja tarjousvuokran välisen suhteen tietyllä hyötytasolla eli tarjousvuokra elää kotitalouden sijainnin mukaan, jotta kotitalouden saavuttama hyötytaso ei muuttuisi. Luonnollisesti yritysten tarjousvuokrakäyrä muodostaa vastaavasti sijainnin ja tarjousvuokran välisen suhteen tietyllä voittotasolla eli jälleen tarjousvuokra elää yrityksen sijainnin mukaan, jotta yrityksen saavuttama voittotaso ei muuttuisi. Tarjousvuokran voidaankin ajatella kuvastavan sitä ylijäämää, joka jää jäljelle paikan muiden ominaisuuksien huomioonottamisen jälkeen. (McDonald & McMillen 2007, s. 89–90.) Yhtenevyydet varsinkin Von Thünenin malliin ovat ilmeiset.

Aloitetaan tarjousvuokrateorian käsittely ensin yrityksen näkökulmasta. Seuraava yritysten tarjousvuokrateorian tarkastelu on koottu yhdistelemällä McDonaldin ja McMillenin (2007, s. 90–94) sekä Laakson ja Loikkasen (2004, s. 142–144) aihetta käsitteleviä tekstejä.

Aivan aluksi joudutaan tekemään muutamia oletuksia tilanteen yksinkertaistamiseksi:

1. kaikki yritykset ovat identtisiä ja tuottavat vain samaa tuotetta,
2. tuotteen ja tuotantopanosten hinnat määräytyvät eksogeenisesti eikä tuotteen myyntihinta riipu tuotantopaikan sijainnista,
3. kaikki tuotteet kuljetetaan kaupungin keskustassa sijaitsevalle markkinapaikalle, ja kuljetuskustannukset ovat t euroa/km/kpl,

4. tuotantokustannukset eivät riipu sijainnista,
5. käytössä oleva tuotantoteknologia on kaikilla yrityksillä sama, ja myös tuotantopanosten välinen suhde on kaikilla sama,
6. yritys käyttää tuotannossaan tasan yhden yksikön verran maata.

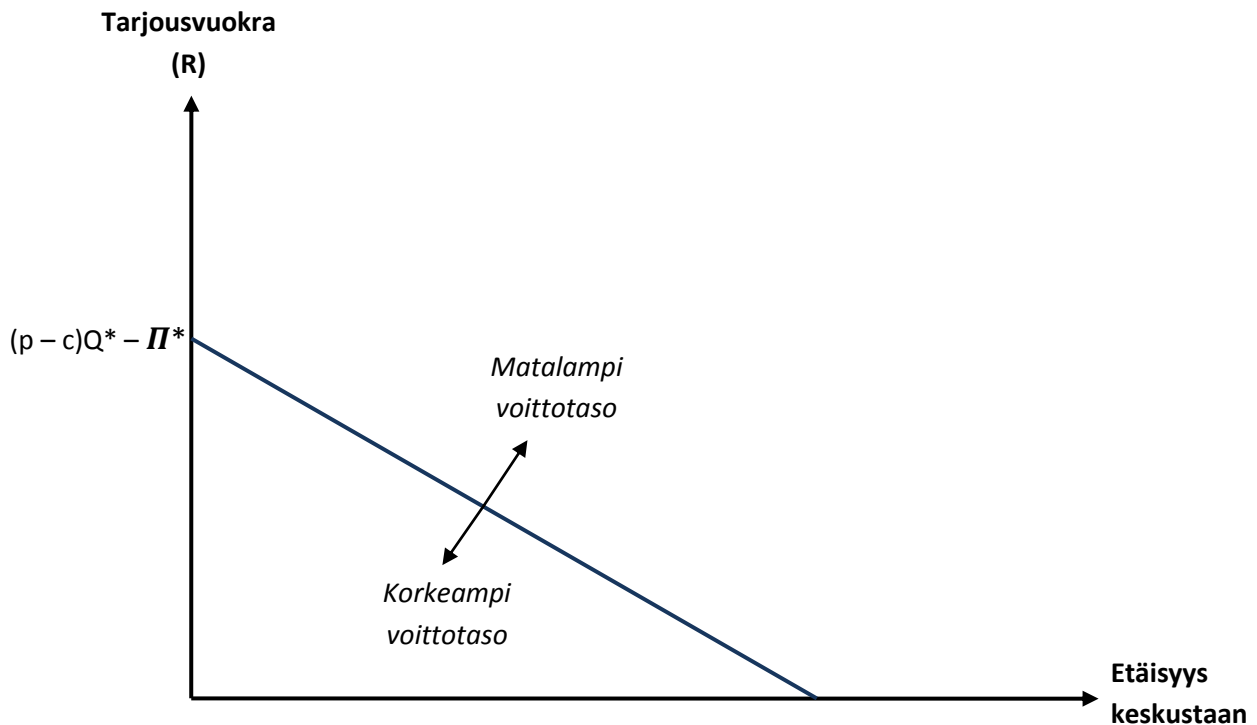
Jos yritys valmistaa nyt Q kappaletta jotain tiettyä tuotetta ja myy sitä hintaan P euroa/kpl, on yrityksen myyntitulo PQ . Lisäksi kuljetuskustannusten ollessa t euroa/km yhdelle tuotteelle ovat kuljetuskustannukset etäisyydellä u kilometriä keskustassa sijaitsevasta kauppapaikasta yhteensä tQu . Yhden tuotteen tuottamiseen tarvittavat tuotantokustannukset (pois lukien maanvuokra) ovat taas C , jolloin Q :n tuotteen tuottamiseen tarvitaan CQ euroa. Kun vielä yhden maayksikön vuokran suuruudeksi asetetaan R , saadaan yrityksen voittofunktiosta seuraavanlaisen:

$$\Pi = PQ - QC - tQu - R \quad (2.2)$$

Asettamalla yrityksen voitot nyt jollekin mielivaltaiselle tasolle Π^* saadaan yrityksen tarjousvuokran yhtälöksi:

$$R = PQ - QC - tQu - \Pi^* \quad (2.3)$$

Yllä on siis nyt muodostettu yrityksen tarjousvuokran R ja etäisyyden keskustasta u välisen suhteen tietyllä tuotantotasolla Q , mielivaltaisella voittotasolla Π^* , annetulla yksikköhinnalla P ja yksikkökustannuksilla C . Kuviossa 2.1. on annettu yksi tällainen yrityksen tarjousvuokrakäyrä. Kuvio pyrkii myös havainnollistamaan, mitä maanvuokralle tapahtuu korkeammilla ja matalammilla voittotasolla. Korkeammilla voittotasolla maanvuokra laskee kaikilla etäisyyksillä keskustasta ja matalammilla voittotasolla maanvuokra taas nousee kaikilla etäisyyksillä keskustasta. Aivan keskustassa maanvuokra on korkeimmillaan.



Kuvio 2.1. Valitun voittotason vaikutus yrityksen kohtaamaan tarjousvuokraan

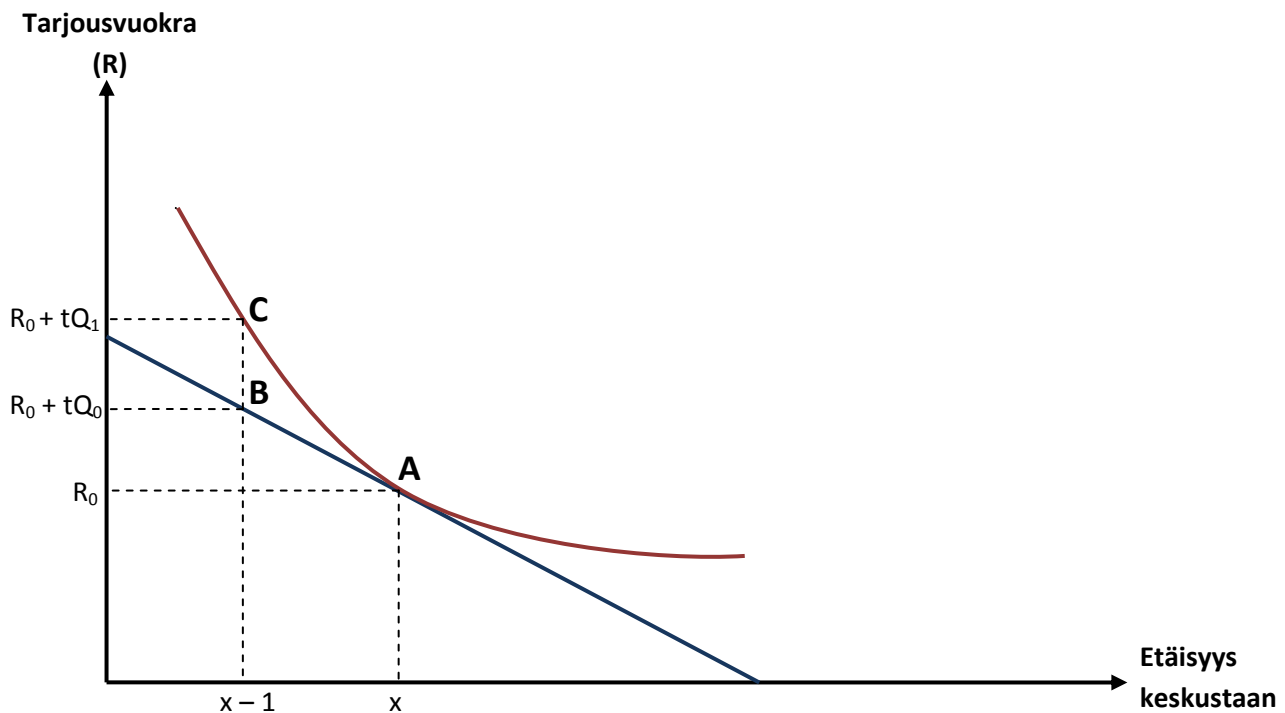
Yrityksen maanvuokra on siis se ylijäämä, joka yritykselle jää kaikkien muiden kulujen ja halutun voittotason kattamisen jälkeen. Luonnollisesti täydellisen kilpailun vallitessa (ja voittojen ollessa tällöin nollassa) yrityksen tarjousvuokrayhtälö pelkistyy muotoon:

$$R = PQ - QC - tQu \quad (2.4)$$

Laajennetaan tarkastelua seuraavaksi ottamalla huomioon tuotantopanosten korvattavuus. Aiemmassa tarkastelussahan oletettiin, että yritykset eivät pysty muokkaamaan käyttämäänsä tuotantotekniikkaansa, eivätkä täten voi substituoida yhtä tuotannontekijää toisella. Viidennen oletettaman yrityksen tuotantoteknologiasta sekä kuudennen oletettaman yrityksen maankäytöstä helpottamisesta seuraa nyt se, että lähellä keskustaa sijaitsevat yritykset voivat korvata kallista maata esimerkiksi pääomalla rakentamalla korkeampia tuotantotiloja. Vastaavasti kauempana keskustasta sijaitsevat yritykset kykenevät nyt pienentämään käyttämiensä muiden tuotannontekijöiden määrää suhteessa käytettyyn maa-alueeseen rakentamalla laajempia tuotantotiloja. Tämän seurauksena päädytään lineaarisen tarjousvuokrafunktion sijasta konvekseen funktioon.

Kuviossa 2.2. on havainnollistettu näitä substituution aikaansaamia muutoksia. Pisteessä A yrityksen ei kannata substituoida maankäyttöään muilla tuotannontekijöillä tai toisinpäin. Kun

tästä pisteestä siirrytään lähemmäs keskustaa, nousee maanvuokra kuitenkin niin, että maan korvaaminen muilla tuotannontekijöillä muuttuu kannattavaksi. Mikäli tämä substituuutio sallitaan, kasvaa yrityksen tarjousvuokra etäisyydellä $x - 1$ arvosta $R_0 + tQ_0$ arvoon $R_0 + tQ_1$ eli siirrytään pisteestä B pisteeseen C. Vastaavasti kun pisteestä A siirrytään kauemmas keskustasta, kannattaa yrityksen korvata muita tuotannontekijöitä maalla. Kaikilla etäisyyksillä keskustasta (paitsi pisteessä A) tuotannontekijöiden substituuutio saa siis aikaan tarjousvuokran kasvun.



Kuvio 2.2. Substituution vaikutus yrityksen tarjousvuokrakäyrään

Siirrytään seuraavaksi tarkastelemaan tarjousvuokran määräytymistä kotitalouksien näkökulmasta. Alla esitelty teoria nojaa jälleen McDonaldin ja McMillenin (2007, s. 96–97) sekä Laakson ja Loikkasen (2004, s. 149–150) aihetta käsitteleviin teksteihin.

Tehdään jälleen ensin muutamia oletuksia tarkastelun yksinkertaistamiseksi:

1. kaupunki on yksikeskustainen, ja kaikki alueen työpaikat sijaitsevat tämän keskustan alueella,
2. kaupungin liikennejärjestelyt on toteutettu identtisesti niin, että joka suuntaan kaupungin keskustasta on yhtä helppo kulkea eikä kaupungissa ole liikkumista rajoittavia ruuhkia,
3. kaikki liikenne kaupungin alueella on työmatkaliikennettä asuinpaikan ja työpaikan välillä,

4. kaupunki on pyöreä ja symmetrinen joka suuntaan, ja tontit ovat kooltaan sekä laadultaan identtisiä,
5. julkishyödykkeitä tai ulkoisvaikutuksia ei ole,
6. kotitalouksien asumismieltymykset sijainnin suhteen ovat identtisiä,
7. jokainen kotitalous kuluttaa vain kahta hyödykettä: asumispalveluita sekä muiden hyödykkeiden muodostamaa yhdistelmähyödykettä,
8. kotitalouksien ajatellaan käyttävän asumiseen pelkästään maata, jolloin asunnot jäätävät tarkastelun ulkopuolelle,
9. muiden hyödykkeiden kustannukset ovat riippumattomia sijainnista,
10. matkakustannukset kilometriltä ovat samansuuruiset riippumatta sijainnista ja kasvavat siten tasaisesti keskustasta etäännyttäessä,
11. asuminen on normaalihyödyke.

Näillä oletuksilla ainut kotitalouden valintaan vaikuttava tekijä on etäisyys keskustasta, jolloin tarkastelun kannalta voidaan koko kaupunkialuetta käsitellä yksiulotteisena.

Kotitalous tavoittelee mahdollisimman korkeaa hyötytasoa kulutuksestaan ja tämän kulutuksen se jakaa asumispalveluiden ja muiden hyödykkeiden välillä. Kotitalouden kulutuksen määrä ja siitä saatava hyöty taas ovat riippuvaisia kotitalouden tulotasosta. Nyt koska muiden hyödykkeiden kustannukset eivät riipu sijainnista, vaikuttaa sijainti ainoastaan matkakustannusten suuruuteen. On myös luonnollista ajatella, että nämä matkakustannukset kasvavat, kun etäisyys keskustaan kasvaa. Matkakustannukset koostuvat matkan rahallisista kustannuksista sekä matkaan käytetyn ajan kustannuksista. Maanvuokra määräytyy nyt myös kotitalouksille ylijäämäperiaatteen mukaan, jolloin

$$\begin{aligned}
 \text{maanvuokra } (R) & \qquad \qquad \qquad (2.5) \\
 &= \text{kokonaistulot} - \text{muut kustannukset} \\
 &\quad - \text{matkakustannukset},
 \end{aligned}$$

jossa muut kustannukset kattavat kaikki muut paitsi maankäytön ja työmatkojen aiheuttamat kustannukset.

Kotitalouksien tarjousvuokrakäyrä kertoo nyt kuluttajan suurimman maksuhalukkuuden asumisesta eri etäisyyksillä keskustasta. Kuten jo aiemmin todettiin, nämä tarjousvuokrakäyrän

pisteet kuvaavat niitä maanvuokran ja etäisyyden yhdistelmiä, joilla kotitalous saa jokaisessa pisteessä yhtä suuren hyödyn eli tarjousvuokrakäyrät ovat siis samahyötykäyriä. Kotitalouden hyöty laskee siirryttäessä kauemmas origosta. Nämä tarjousvuokrakäyrät ovat lineaarisia, sillä tonttien koko oletettiin vakioksi, kotitalouksien asumismieltyymysten oletettiin olevan identtiset sekä matkakustannusten oletettiin kasvavan tasaisesti (oletukset 4, 6 ja 10). Helpotetaan seuraavaksi näitä olettamia, ja annetaan siten kotitaloudelle mahdollisuus substituoida asumispalveluiden käyttöä muiden tuotteiden kulutuksella.

Samaan tapaan kuin yritykset pystyivät aiemmin korvaamaan maata muilla tuotannontekijöillä, pystyvät kotitaloudet valitsemaan lähellä keskustaa pienemmän tontin ja käyttämään tästä syntyneet säästöt muiden hyödykkeiden kuluttamiseen. Vastaavasti kauempana keskustasta kotitalous pystyy valitsemaan suuremman tontin ja korvaamaan muiden hyödykkeiden kulutusta tällä suuremmalla tontilla. Edelleen kuitenkin pätee se, että matkakustannusten muutos on yhtä suuri kuin asumiskustannusten muutos. Tämä voidaan esittää yhtälömuodossa seuraavasti:

$$t = \frac{dR}{dx} L, \quad (2.6)$$

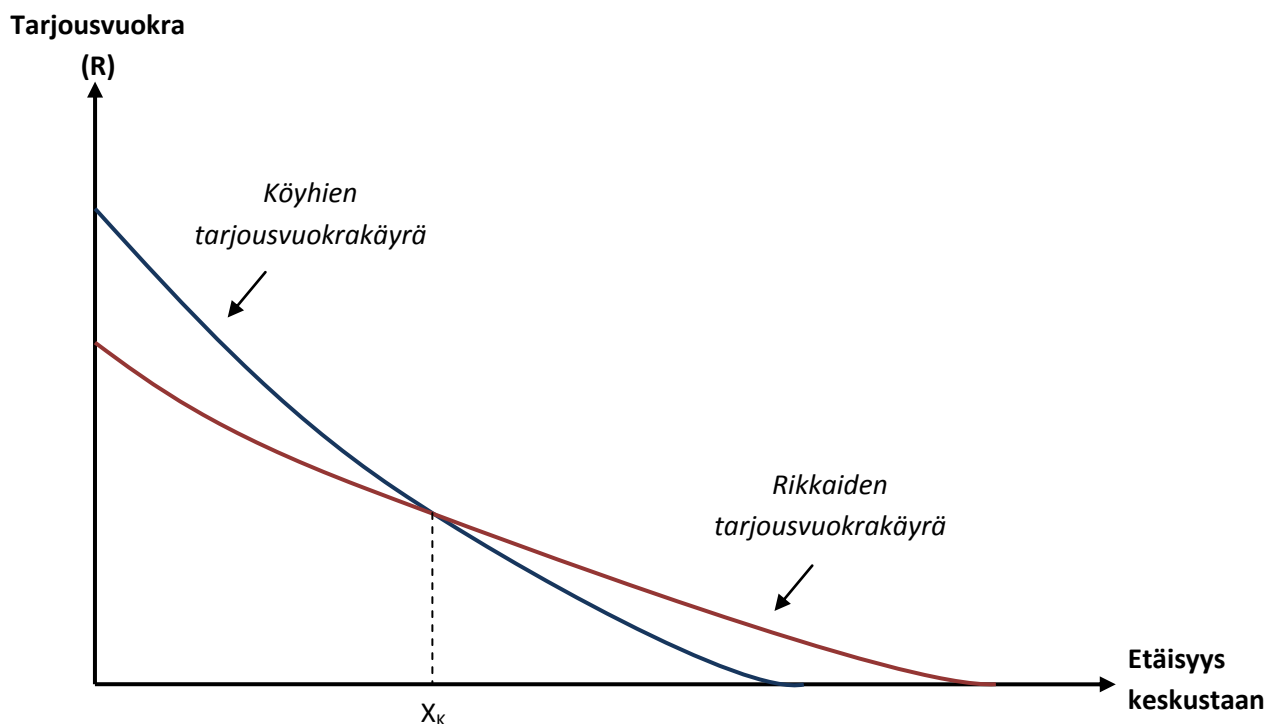
jossa t kuvastaa rahamääräisiä matkakustannuksia, dR/dx on tarjousvuokran muutos suhteessa etäisyyteen x ja L on tontin koko. Yleisemmin yhtälö voidaan kuitenkin esittää muodossa

$$\frac{dR}{dx} = -\frac{t}{L}, \quad (2.7)$$

mistä nähdään, että tarjousvuokran kuvaaja on laskeva käyrä, joka on konvekksi. Käyrän konveksisuus johtuu siitä, että etäisyyden kasvaessa kasvaa myös kotitalouden valitseman tontin koko L .

Kootaan nyt nämä yrityksiä ja kotitalouksia käsittelevät teoriat yhteen. Edellisissä tarkasteluissahan oletettiin, että kaupungin alueella on ainoastaan yhdenlaisia yrityksiä ja kotitalouksia. Selkeästi tämä on räikeä yksinkertaistus siitä, kuinka asiat oikeasti ovat, joten seuraavaksi siirrytään tarkastelemaan tilannetta, jossa kotitalouksien ja yritysten annetaan poiketa toisistaan ominaisuuksiensa puolesta.

Aloitetaan tarkastelu antamalla kotitalouksien vaihdella tulotason mukaan. Oletetaan yksinkertaisuuden vuoksi, että on olemassa vain köyhiä ja rikkaita kotitalouksia. Oletetaan edelleen, että asuminen on normaalihyödyke eli sillä on positiivinen tulojousto. Oletetaan myöskin, että matkakustannukset ovat riippumattomia tulotasosta eli rikkaiden matkustamisesta johtuvat aikakustannukset ovat yhtä suuret kuin köyhillä. Tällöin rikkailla on loivempi tarjousvuokrakäyrä, sillä tulojen kasvu saa aikaan maan kulutuksen kasvun. Vastaavasti köyhien tarjousvuokrakäyrä on jyrkempi. Kuviossa 2.3. on esitetty nämä kaksi käyrää samassa kuvaajassa. Nähdään, että köyhät ovat valmiita maksamaan enemmän lähellä kaupungin keskustaa sijaitsevasta maasta kuin rikkaat. Rikkaat taas ovat valmiita maksamaan maasta enemmän kaupungin laidoilla. Markkinoiden toimiessa tehokkaasti köyhät päätyvät nyt asumaan lähelle kaupungin keskustaa ja rikkaat kaupungin laidalle niin, että raja muodostuu etäisyydelle X_K . Käyrien leikkauspiste jakaa siis kaupungin köyhien ja rikkaiden vyöhykkeisiin. Yhdessä nämä tarjousvuokrakäyrät muodostavat tässä yksinkertaisessa tapauksessa kaikkien kotitalouksien tarjousvuokrakäyrän.



Kuvio 2.3. Köyhien ja rikkaiden tarjousvuokrakäyrien muodostamat asuinvyöhykkeet

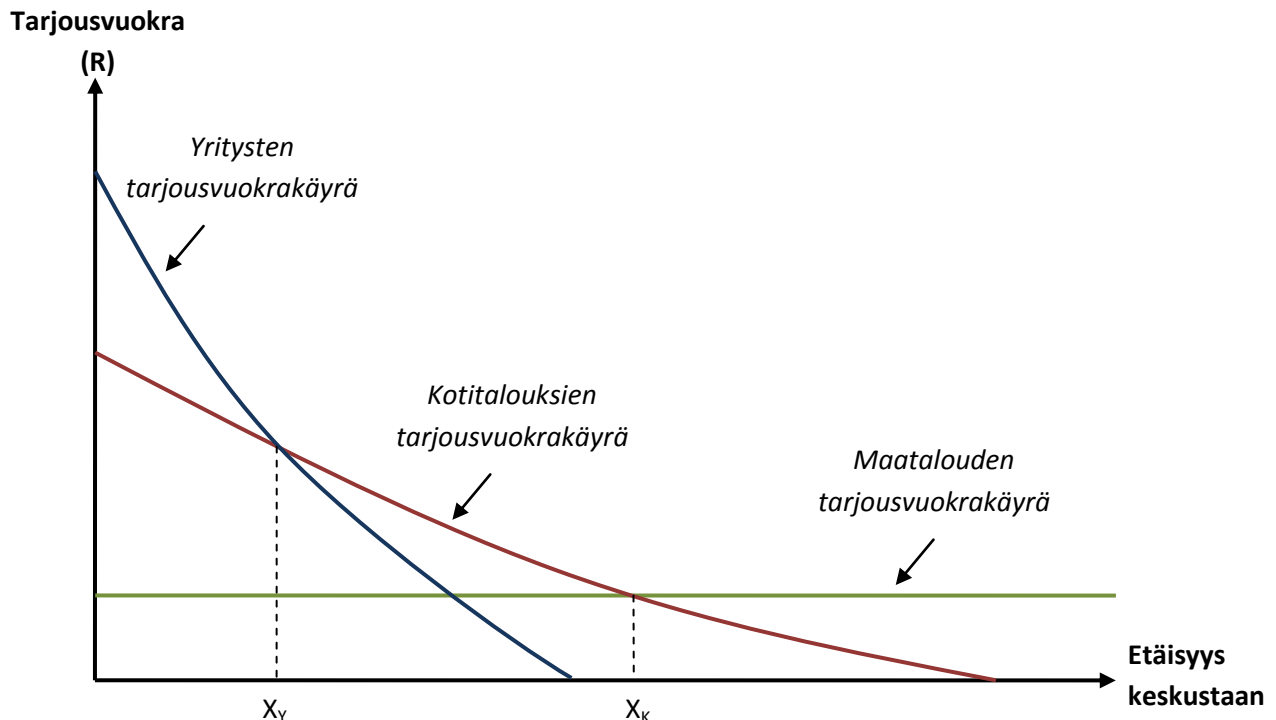
Tilanne kuitenkin muuttuu, mikäli oletuksia asumisen tulojoustosta ja matkakustannusten sekä tulojen keskinäisestä riippuvuudesta muokataan. Olettamalla tulojousto pieneksi ja muuttamalla

matkakustannukset tulotasosta riippuvaisiksi saadaan tulokseksi päinvastaisen vyöhykejako. Kun matkakustannukset nimittäin riippuvat tulotasosta, on luonnollista ajatella, että rikkaat arvottavat matkustamisesta aiheutuvat aikakustannuksensa korkeammin kuin köyhät ja tällöin heidän tarjousvuokrakäyränsä muuttuu köyhien vastaavaa jyrkemmäksi. (Laakso & Loikkanen 2004, s. 152–153.) Formaalisimmin tämä tulos voidaan esittää seuraavasti:

$$\frac{dR'}{dy} = -\frac{t}{yL}(E_{ty} - E_{Ly}), \quad (2.8)$$

missä dR'/dy on tarjousvuokrakäyrän kulmakertoimen muutos tulotason muuttuessa, t on matkakustannukset, y on tulotaso, L on tontin koko, E_{ty} on matkakustannusten tulojousto ja E_{Ly} on maan kysynnän tulojousto. (McDonald & McMillen 2007, s. 103–104.) Kaavasta nähdään siis, että tulotason muutoksen vaikutukset riippuvat siitä, kumpi tulojoustoista dominoi. Yhdysvalloissa on nähtävissä esimerkkejä vahvasta maan kysynnän (asumisen) tulojoustosta, sillä köyhien asuinalueet sijaitsevat usein kaupunkien keskustoissa. Japanissa taas näyttäisi siltä, että matkakustannusten tulojousto olisi merkittävämpi, sillä siellä hyvätuloisten osuus on suuri kaupunkien keskustojen tuntumassa. (Laakso & Loikkanen 2004, s. 153.)

Tarkastelua voidaan luonnollisesti laajentaa ottamalla huomioon yhä enemmän kotitalouksien ja yritysten ominaisuuksia. Luonnollisesti myös yritysten ja kotitalouksien preferenssit vaikuttavat heidän yksilöllisiin tarjousvuokrakäyriinsä; lapsiperheet oletettavasti suosivat laajempia tontteja enemmän kuin yksin asuvat riippumatta tulotasosta (McDonald & McMillen 2007, s. 101–102). Kuviossa 2.4. on esitetty kolmen eri toimijan, yritysten, kotitalouksien sekä maatalouden muodostama tarjousvuokrakäyrä. Yritysten tarjousvuokrakäyrän katsotaan olevan kaikista jyrkin, jolloin ne sijoittuvat lähimmäs keskustaa. Seuraavan vyöhykkeen välille $X_Y - X_K$ muodostavat kotitaloudet. Kolmannen toimijan eli maatalouden tarjousvuokrakäyrän ajatellaan olevan riippumaton etäisyydestään keskustaan, sillä maatalousmaan tarjousvuokran katsotaan perustuvan ainoastaan sen tuottavuuteen sekä maataloustuotteiden ja tuotantopanosten hintoihin hieman, kuten Ricardon alkuperäisessä mallissa. (Laakso & Loikkanen 2004, s. 168–169.)



Kuvio 2.4. Markkinavuokrakäyrän muodostuminen useiden eri toimijoiden tapauksessa

Ottamalla huomioon kaikkien mahdollisten toimijoiden tarjousvuokrakäyrät voidaan nyt muodostaa kaupungin (tai kaupunkialueen) tasapainotilaa vastaava markkinavuokrakäyrä. Tasapainotilassa

- kaikki toimijat (erilaiset yritykset ja kotitaloudet) sijoittuvat johonkin tiettyyn paikkaan kaupunkialueella,
- jokainen toimija sijoittuu sellaiseen paikkaan, joka on sijainniltaan sille itselle optimaalinen,
- tehokkaat maamarkkinat takaavat, että se toimija, joka on valmis maksamaan suurimman tarjousvuokran jostain tietyistä sijainnista, voittaa sen itselleen.

Tämä maan markkinavuokrakäyrä on kaikkien toimijoiden tarjousvuokrakäyrien yhteinen verhoikäyrä ja vastaa kussakin sijainnissa korkeinta tarjousvuokraa. (Laakso & Loikkanen 2004, s. 169.) Vaikka tarjousvuokra onkin lähtökohtaisesti teoreettinen käsite, voidaan markkinavuokran ja tarjousvuokran vastaavuutta perustella muutamain tavoin. Ensinnäkin markkinavuokra ei voi missään sijainnissa pysyvästi ylittää ihmisten maksuhalukkuutta, sillä tällöin tämä sijainti jäisi luonnollisesti käyttämättömäksi. Markkinavuokra ei voi myöskään olla missään sijainnissa pysyvästi alempana kuin, mitä ihmiset ovat valmiita maksamaan, sillä maanomistajien oletetaan maksimoivan voittonsa ja vuokraavan maata mahdollisimman kalliilla hinnalla. Markkinavuokran

ajatellaan lisäksi muodostuvan kaikkien toimijoiden yhtäaikaisen toiminnan seurauksena, vaikka jokainen yritys ja kotitalous ottaakin markkinahinnat annettuna, eikä voi siten vaikuttaa niihin. (Laakso & Loikkanen 2004, s. 170.) Seuraavaksi siirrytään vielä tarkastelemaan, kuinka yksittäiset yritykset ja kotitaloudet tarkalleen ottaen tekevät sijaintipäätöksensä, ja muodostavat sitä kautta edellä kuvatun markkinavuokran kussakin sijainnissa.

Lähdetään liikkeelle tarkastelemalla kaupungin useiden eri toimijoiden sijaintipäätöstä kotitalouksien näkökulmasta. Tässä tarkastelussa käytetään aiemmin listattuja oletuksia muilta osin paitsi, että kotitalouksien käyttämän tonttimaan koon annetaan vaihdella ja että matkakustannusten ei tarvitse kasvaa tasaisesti keskustasta etäännyttäessä.

Kotitalouden optimaalista sijaintipäätöstä voidaan lähteä ratkaisemaan muutamalla eri tavalla. Laakso (1997, s. 5–6) esittää tutkimuksessaan *Urban housing prices and the demand for housing characteristics*, että näistä keinoista ensimmäinen on maksimoida kotitalouden hyötyä. Merkitään kotitalouden hyötyä funktiolla $U(z,s)$, jossa s on kotitalouden käyttämän tonttimaan määrä ja z on muiden hyödykkeiden kulutus. Hyötyfunktion oletetaan olevan hyvin käyttäytyvä eli derivoituva, aidosti kvasikonkaavi ja aidosti kasvava. Indifferenssikäyrän ei myöskään oleteta leikkaavan akseleita missään kohdin. Kotitaloudella ajatellaan olevan ajan suhteen kiinteät tulot Y , muun kulutuksen z hinnan ajatellaan olevan 1 ja etäisyyden keskustasta r . $R(r)$ on maan yksikkövuokra ja $T(r)$ kuljetuskustannukset etäisyydellä r . Näillä oletuksilla kotitalouden sijaintipäätös voidaan esittää seuraavasti:

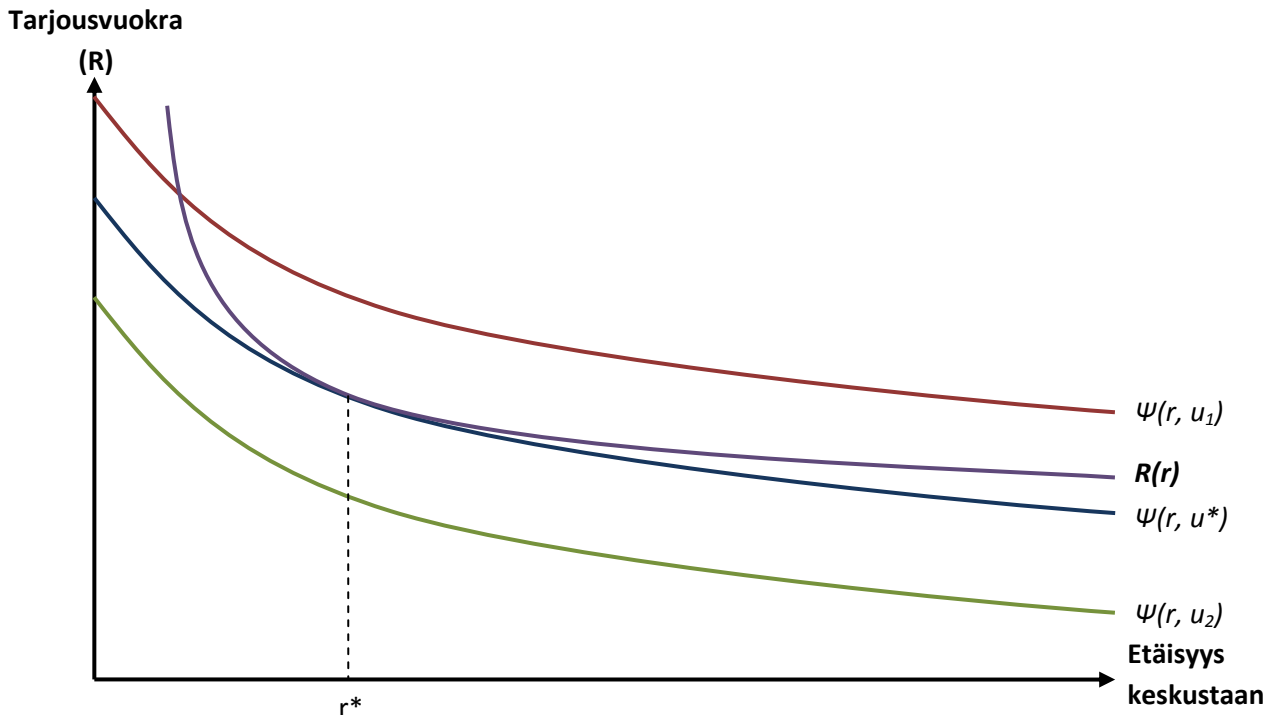
$$\max_{r,z,s} U(z,s) \text{ s. t. } z + R(r)s = Y - T(r), \quad (2.9)$$

josta saadaan kotitalouden optimaalinen sijainti sekä maan ja muiden hyödykkeiden kysyntä (katso esimerkiksi McDonald & McMillen 2007, s. 106–111).

Ongelman ratkaisemiseen voidaan kuitenkin käyttää myös jo aiemmin esiteltyä tarjousvuokraa $\Psi(r,u)$, jonka yhtälö voidaan kirjoittaa muotoon:

$$\Psi(r,u) = \max_{z,s} \left(\frac{Y - T(r) - z}{s} \mid U(z,s) = u \right), \quad (2.10)$$

jossa $\Psi(r,u)$ on laskeva etäisyyden r ja hyödyn u suhteen (Laakso 2007, s. 6–7). Kuviossa 2.5. on kuvattu useita näitä kotitalouden tarjousvuokrakäyriä eli samahyötykäyriä $\Psi(r,u)$ sekä markkinavuokrakäyrä $R(r)$.



Kuvio 2.5. Kotitalouden optimaalinen sijainti

Kuten aiemmin jo todettiin, yksittäinen kotitalous ottaa kuviossa esitetyn markkinavuokran annettuna, vaikka vaikuttaakin omalta osaltaan sen muodostumiseen. Laakso (1997, s. 7) esittää, että kulloisenkin sijainnin markkinavuokra toimii tällöin rajoittavana tekijänä kotitalouden maksimoidessa hyötyään, ja koska kotitalouden hyöty kasvaa kohti origoa, löytyy kotitalouden optimisijainti markkinavuokrakäyrän ja kotitalouden tarjousvuokrakäyrän sivuamispisteestä. Kuviossa 2.5. tämä piste sijaitsee etäisyydellä r^* , jossa kotitalous saavuttaa hyötytason u^* . Formaalisemmin voidaan sanoa, että r^* on kotitaloudelle optimaalinen sijainti jos ja vain jos

$$R(r^*) = \Psi(r^*, u^*) \text{ ja } R(r) \geq \Psi(r, u^*) \text{ kaikilla } r: n \text{ arvoilla.} \quad (2.11)$$

Yritysten optimaalinen sijainti kaupunkialueella voidaan selvittää myös tarjousvuokran avulla. Mekanismi on täysin samanlainen kuin juuri käsitellyillä kotitalouksilla eli yksittäisen yrityksen optimaalinen sijainti saadaan myöskin selville etsimällä yrityksen tarjousvuokrakäyrän ja kaupunkialueen markkinavuokrakäyrän sivuamispiste. (Laakso & Loikkanen 2004, s. 159–160.)

2.4. Kaupunkialueen maankäytön pitkän aikavälin tasapaino

Ennen empiiriseen ja komparatiivis-staattiseen analysointiin siirtymistä on hyvä tarkastella vielä maamarkkinoiden kysynnän ja tarjonnan tasapainon määräytymistä. Edellisessä alaluvussa määriteltiin jo lyhyesti, milloin nämä kaupunkialueen maamarkkinat ovat tasapainossa. Tässä alaluvussa selitetään tarkemmin, mitä tällä tasapainon käsitteellä tarkoitetaan sekä perehdytään lyhyesti maamarkkinoiden tasapainoanalyysiin.

Kaupunkialueen maankäytön tasapainosta puhuttaessa käsitellään käytännössä hyvin pitkän aikavälin tilaa, joka voi toteutua vain kaupunkialueen olosuhteiden säilyessä niin pitkän aikaa muuttumattomina, että maankäyttö on kokonaisuudessaan täysin sopeutunut markkinaratkaisua vastaavaan tilaan. Tähän vaatimukseen kuuluvat rakennusten ja muun infrastruktuurin sopeutumukset. Todellisuudessa tämä pitkän aikavälin tasapaino ei välttämättä koskaan toteudu, sillä kaupunkialueen maankäyttö on yleensä jatkuvassa muutoksen tilassa. Maankäytön tasapaino on kuitenkin hyödyllinen analyysiväline, jonka avulla voidaan tarkastella sisäisten ja ulkoisten tekijöiden muutosten vaikutuksia tähän kaupunkialueen pitkän aikavälin tasapainotilaan.

Maamarkkinoiden muutoksia voidaan kuitenkin tarkastella myös lyhyellä aikavälillä. Tällöin maankäyttörakenteet, rakennukset ja muu infrastruktuuri voidaan ajatella kiinteiksi. Lyhyellä aikavälillä muutokset markkinatilanteessa välittyvät siis ainoastaan maan ja kiinteistöjen vuokriin. Mikäli nämä muutokset ovat kuitenkin pitkäaikaisia, vaikuttavat ne vähitellen uudisrakentamisen ja kiinteistöjen käyttötarkoitusten muutosten kautta myös maankäytön rakenteisiin ja siten pitkän aikavälin tasapainoon. (Laakso & Loikkanen 2004, s. 173.)

Maamarkkinoiden tasapainotarkastelussa on lisäksi hyvä ottaa huomioon, että tarkastelu voidaan tehdä osittais- tai kokonaistasapainon näkökulmasta. Osittaitasapainotarkasteluissa maamarkkinoiden muutosten ei katsota vaikuttavan (olennaisesti) hyödyke- tai työmarkkinoihin, mikä yksinkertaistaa tarkastelua huomattavasti. Luonnollisesti kokonaistasapainoa tarkasteltaessa nämä kytkökset otetaan huomioon. (Laakso & Loikkanen 2004, s. 173–174.) Tasapainoanalyysissa tehdään myös täydellisen kilpailun oletama (Laakso 1997, s. 9), jonka paikkansapitävyys monissa tilanteissa kyseenalaistettiin jo alaluvussa 2.2. Maamarkkinoita tarkasteltaessa tämä oletus tarkoittaa, että kaikki toimijat ovat täysin tietoisia kaikkien sijaintien vuokrista. Monopoleja ei ole, ja kaikki ottavat markkinavuokrat annettuina. (Laakso 1997, s. 9.)

Ennen varsinaista analyysiä täytyy ottaa vielä huomioon, että kaupunkitalouden mallit jaetaan yleensä kahteen kategoriaan tasapainoanalyysiä tehtäessä: avoimen kaupungin malleihin ja suljetun kaupungin malleihin. Suljetun kaupungin mallit ovat hieman avoimen kaupungin malleja yksinkertaisempia ja niissä ajatellaan, että kaupungin asukkaat ja yritykset eivät voi poistua kaupungista eikä kaupunkiin voi tulla uusia asukkaita tai yrityksiä. Asukkaat ja yritykset ovat siis tarkastelun kannalta eksogeenisiä. Koska asukkaat eivät voi poistua kaupungista, eikä kaupunkiin voi tulla uusia asukkaita, muutokset esimerkiksi matkustuskustannuksissa saavat tällöin aikaan muutoksen asukkaiden hyvinvoinnissa (ja yritysten voitoissa). Asukkaiden hyvinvointi ja yritysten voitot ovat tällöin mallien kannalta endogeenisiä. Avoimen kaupungin malleissa taas asukkaat ja yritykset voivat vapaasti ja ilman kustannuksia muuttaa sisään ja ulos kaupungista. Tällöin asukkaiden ja yritysten määrä on mallien kannalta endogeeninen. Asukkaiden hyöty ja yritysten voitot sen sijaan ovat eksogeenisiä, sillä sisään- tai ulosmuutto laskee hyöty- tai voittotasoa, kunnes alkuperäinen taso on saavutettu. Valinta mallien välillä tulee tehdä aina kulloisenkin tarkastelukohteen mukaan. (McDonald & McMillen 2007, s. 117.)

Laakso (1992, s.11) jakaa tutkimuksessaan Kotitalouksien sijoittuminen, asuinkiinteistöjen hinnat ja alueelliset julkiset investoinnit kaupunkialueella nämä mallit vielä kertaalleen ulkopuolisen maanomistuksen (absentee ownership) ja julkisen maanomistuksen (public ownership) malleihin. Ulkoisen omistuksen malleissa maan vuokratulot päätyvät kaupungin ulkopuolelle, jolloin ne eivät vaikuta kotitalouksien (ja yritysten) tuloihin. Vastaavasti julkisen maanomistuksen malleissa maan vuokratulot jaetaan tasaisesti kaupungin asukkaiden kesken, jolloin ne vaikuttavat kotitalouksien tuloihin palkkojen ohella. Julkisen omistuksen malleissa maanvuokra on siis endogeeninen muuttuja.

Tarkastellaan vielä tarkemmin mahdollisimman yksinkertaista tapausta maamarkkinoiden tasapainon muodostumisesta suljetun kaupungin ja ulkopuolisen maanomistuksen oletuksilla. Tarkastelussa noudatetaan jälleen muuten samoja oletuksia kuin alaluvussa 2.3. paitsi, että kotitalouksien käyttämän tonttikoon annetaan vaihdella ja että matkakustannusten ei tarvitse kasvaa tasaisesti keskustasta etäännyttäessä. Tarkastelu pohjautuu Laakson (1992, s. 11–14) tiivistelmään Masahisa Fujitan (1989, s. 50–92) aihetta käsittelevästä osiosta teoksesta *Urban economic theory: land use and city size*.

Oletetaan, että on olemassa ainoastaan kaksi vaihtoehtoista maan käyttötarkoitusta: asuminen ja maatalous. Lisäksi kotitalouksien lukumäärä N ja kotitalouksien tulotaso Y ovat eksogeenisiä muuttujia. Esitetään kotitalouden tarjousvuokra myös hieman yhtälöstä 2.10 poiketen nettotulon kautta, jolloin se saa muodon $\Psi(Y - T(r), u)$. Tällöin maamarkkinoiden tasapaino saavutetaan seuraavin ehdoin:

1. Koska kaikki kotitaloudet ovat identtisiä, maamarkkinoiden tasapainossa kaikki kotitaloudet saavuttavat optimaalisen hyötytason u^* sijainnista riippumatta.
2. Markkinavuokra $R(r)$ vastaa kotitalouden tasapainotarjousvuokraa $\Psi(Y - T(r), u^*)$ tai maatalouden maanvuokraa R_A , millä tahansa etäisyydellä keskustasta riippuen siitä, kumpi on korkeampi. Toisin sanoen markkinavuokrakäyrä $R(r)$ on tasapainotarjousvuokrakäyrän ja maatalouden maanvuokrakäyrän yhteinen verhokäyrä.

$$R(r) = \max[\Psi(Y - T(r), u^*), R_A] \text{ kaikilla } r \quad (2.12)$$

3. Tasapainossa maa allokoitetaan jokaisessa sijainnissa siihen käyttötarkoitukseen, jolla on korkein tarjousvuokra. Kaupungin sisällä kaikki maa käytetään tällöin asumiseen ja kaupungin ulkopuolella maatalouteen.

$$R(r) = \Psi(Y - T(r), u^*), \text{ kun } r \leq r_f \\ R_A, \text{ kun } r \geq r_f, \quad (2.13)$$

missä r_f on kaupungin ulkoreunan etäisyys keskustasta.

4. Jokaisen kotitalouden tasapainoa vastaava tontin koko vastaa maksimitarjouksen tontin kokoa kaikilla etäisyyksillä kaupungin sisällä.

$$s(r) = s(Y - T(r), u^*), \text{ kun } r \leq r_f, \quad (2.14)$$

missä $s(r)$ on tontin koko etäisyydellä r .

5. Tasapainossa ei voi olla käyttämätöntä maata, jolla olisi positiivinen maanvuokra. Kaikki maa käytetään siis joko asumiseen tai maatalouteen.

$$n(r) = \frac{L(r)}{s(Y - T(r), u^*)}, \text{ kun } r \leq r_f \\ 0, \text{ kun } r > r_f, \quad (2.15)$$

missä $n(r)$ on väestötiheys etäisyydellä r ja $L(r)$ käytettävissä oleva maan määrä etäisyydellä r .

Koska kotitalouksien määräksi asetettiin N , voidaan edellisen kaavan väestörajoite esittää muodossa:

$$\int_0^{r_f} \frac{L(r)}{s(Y - T(r), u^*)} dr = N \quad (2.16)$$

Näiden ehtojen ollessa voimassa funktiot $R(r)$, $n(r)$ ja $s(r)$ sekä tuntemattomat muuttujat u^* ja r_f määrittävät yhdessä tasapainomaankäytön. Nämä tuntemattomat muuttujat voidaan selvittää yhtälön 2.16 ja alla olevan maanvuokraa kaupungin ulkopuolella kuvaavan yhtälön 2.17 avulla.

$$\Psi(Y - T(r_f), u^*) = R_A \quad (2.17)$$

Voidaan osoittaa, että mallin funktioilla on seuraavat ominaisuudet:

- tasapainohintafunktio $\Psi(Y - T(r), u^*)$ on etäisyyden r suhteen laskeva,
- markkinavuokrafunktio $R(r)$ on etäisyyden r suhteen laskeva aina kaupungin rajalle r_f asti,
- mikäli matkakustannusfunktio $T(r)$ on lineaarinen tai konkaavi etäisyyden r suhteen, markkinavuokrafunktio $R(r)$ on aidosti konkaavi aina kaupungin rajalle r_f asti,
- tontin kokoa kuvaava funktio $s(Y - T(r), u^*)$ on etäisyyden r suhteen kasvava,
- kotitalouksien määrää maa-alayksikkö kohti kuvaava väestötiheysfunktio $n(r)$ on laskeva etäisyyden r suhteen laskeva aina kaupungin rajalle r_f asti.

Fujitan (1989, s. 57–58) mukaan tasapainon olemassaolo ja yksikäsitteisyys voidaan osoittaa nyt määrittelemällä rajavuokrakäyrä $\check{R}(r)$ (boundary rent curve). Se kuvaa maan hypoteettista tasapainovuokraa etäisyydellä r tilanteessa, jossa kaikki N kotitaloutta asettuvat asumaan ennen etäisyyttä r . Rajavuokrakäyrää voidaan hyödyntää kaupungin ulkorajan r_f selvittämiseen ja tämän avulla taas saadaan ehdosta 2.16 selville kotitalouksien tasapainohyöty. Tällä tavoin muodostettu muuttujapari (r_f, u^*) täyttää tasapainoehdot 2.16 ja 2.17 samanaikaisesti (katso esimerkiksi Fujita 1989, s. 57–58).

Voidaan osoittaa, että $\check{R}(r)$ on monotonisesti laskeva r :n suhteen, lähestyy nollaa r :n kasvaessa rajatta ja kasvaa rajatta r :n lähestyessä nollaa. Nämä ominaisuudet yhdessä aiemmin esiteltyjen mallin funktioiden ominaisuuksien kanssa osoittavat mainitun yksikäsitteisen tasapainon olemassaolon, jos $Y > T(0)$ ja $N > 0$ eli jos asukkaiden lukumäärä kotitalouksien tulotaso ovat positiiviset. Vastaavalla tekniikalla voidaan osoittaa yksikäsitteisen tasapainon olemassaolo myös avoimen kaupungin ja julkisen maanomistuksen tapauksissa. Fujita (1989) käsittelee tasapainon määräytymisen myös useiden erilaisten toimijoiden tapauksessa ja tekee lukuisia muitakin

parannuksia perusmalliin. Tämän työn kannalta käsitelty yksinkertainen tapaus on kuitenkin jo riittävän havainnollinen.

2.5. Yksinkertaisten mallien oletusten ja johtopäätösten todenmukaisuus

Tässä luvussa on teoriaa käsiteltäessä muodostettu useita erilaisia yksinkertaisia maankäyttömalleja. Nämä maankäyttömallin eri versiot ovat selkeästi olleet hyvin pelkistettyjä malleja, joita muodostettaessa on tehty monia epärealistisia oletuksia. Kuluttajien ja yritysten käyttäytyminen ei luonnollisesti ole yhtä yksiulotteista, mitä käsitellyt mallit antaisivat ymmärtää. Lisäksi kaupungit eri puolilla maailmaa ovat rakenteeltaan melkein yhtä monipuolisia kuin niissä asuvien asukkaiden mieltymykset. Näiden mallien avulla pystytään kuitenkin kuvaamaan melko hyvin maanvuokrien ja niiden kautta määräytyvien kaupunkialueiden muodostumisen peruseriaatteita. Niiden verrattaisiin yksinkertaisuuden vuoksi ne toimivat myös hyvinä vertailukohtina pidemmälle viedyille, huomattavasti monimutkaisemmille malleille. Lisäksi niiden avulla voidaan esittää suuntaa-antavia arvioita siitä, minkälaisia vaikutuksia esimerkiksi tulotason muutokset saavat aikaan kuluttajien käyttäytymisessä ja siten kaupunkialueen rakenteessa. Tätä maamarkkinoiden komparatiivis-staattista analysointia pohditaan alaluvussa 2.6. Tässä alaluvussa pyritään sen sijaan tarkastelemaan malleja muodostettaessa tehtyjen oletuksen asettamia rajoituksia sekä käydään läpi kuinka esiteltyjä yksinkertaisia malleja voidaan laajentaa. On lisäksi huomattavaa, että monet maankäyttömallit keskittyvät kuvaamaan ainoastaan kotitalouksien sijoittumista ja ottavat yritysten sijoittumisen annettuna. Tarkastelu aloitetaan kaupunkialueesta tehdyistä oletuksista.

Alaluvussa 2.3. lähdettiin kotitalouksien tarjousvuokran teoriassa liikkeelle siitä olettamasta, että tarkastelun kohteena oleva kaupunkialue on ympyrän muotoinen. Laakso ja Loikkanen (2004, s. 171–172) kuitenkin sanovat mallien tulosten pätevän sellaisenaan myös esimerkiksi puoliympyrän muotoisiin kaupunkeihin, jollaisia ovat monet meren tai järven rannalla sijaitsevat kaupungit, kuten Helsinki. Puoliympyrän muotoiset kaupungit, joissa keskusta sijaitsee oletetun ympyrän halkaisijan keskipisteessä, eroavat täyden ympyrän tilanteesta ainoastaan sillä tavoin, että maa lähellä keskustaa on niukempaa. Tästä seuraa se, että maankäytön tasapainoa vastaava maan markkinavuokrakäyrä on korkeammalla ja kaupunkialueen reuna on kauempana kuin väestö- ja työpaikkamäärältään samankokoisissa ympyräkaupungeissa.

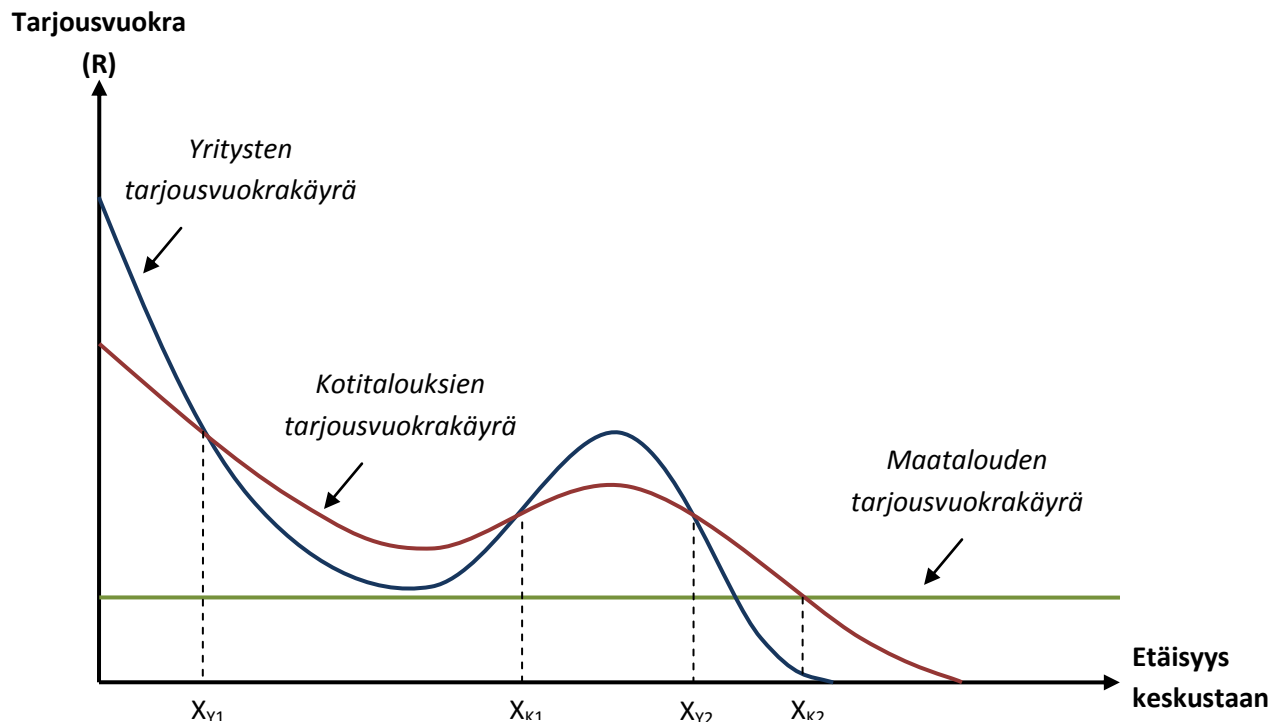
Tämän ympyränmuotoisen kaupunkialueen ajateltiin olevan myös tasainen ja homogeeninen. Myös liikennejärjestelmän oletettiin olevan järjestetty säteittäin niin, että joka suuntaan kulkeminen on täysin yhtä vaivatonta. Laakso ja Loikkanen (2005, 2. 172) mainitsevatkin liikennejärjestelmien usein koostuvan säteittäin keskustasta poispäin suuntautuvista ajoneuvo- ja raideliikenneväylistä sekä niitä yhdistävistä poikittaisväylistä. Käytännössä saavutettavuus on kuitenkin parempaa nopeiden moottoriteiden ja raideliikenneväylien tuntumassa kuin niiden väliin jäävällä alueella. Laakson ja Loikkasen mukaan tämä on syynä sille, että kaupunkialue levittäytyy yleensä pidemmälle näiden pääväylien varrella, jolloin kaupunkialue ei pääty millään vakioetäisyydellä keskustasta. Tämä ongelma voidaan kuitenkin poistaa heidän mukaansa korvaamalla mallissa käytetty maantieteellinen etäisyys liikenteellisellä etäisyydellä eli matka-ajalla tai yleisemmällä saavutettavuudella, kuten jo kotitalouksien teorian yhteydessä tarkasteltiin. Ruuhkien vaikutukset taas voidaan ainakin osittain ottaa huomioon käyttämällä etäisyyden mittaamiseen keskimääräisiä ruuhka-ajan matka-aikoja, kuten Laakso (1997, s. 92) on tutkimuksessaan tehnyt. Tämä sopii hyvin yhteen malleissa tehdyn oletuksen kanssa, jonka mukaan kaikki kotitalouksien liikenne tapahtuu asuinpaikan ja työpaikan välillä.

Luonnollisesti kaupungeissa tapahtuu muutakin liikennettä kuin pelkkää työmatkaliikennettä. Puistojen ja muiden viheralueiden sekä virkistymispalveluiden läheisyys on selkeästi todella tärkeä tekijä kotitalouksien asuinpaikan valinnassa. Myös lukuisat muut palvelut ja asuinympäristön piirteet sekä ulkoisvaikutukset vaikuttavat tähän valintaan, jolloin ne tulisi vastoin oletuksia huomioida malleissa. Aiemmin käsiteltyjen yksinkertaisten mallien valinta-avaruus voidaan kuitenkin laajentaa yksiulotteisista moniulotteisiksi, kuten luvussa 3 esiteltävässä hedonisessa hintamallissa tehdään.

Luonnollisesti myös oletus kaupungin yksikeskustaisuudesta ja varsinkin siitä, että kaikki työpaikat sijaitsisivat keskustassa, on lähtökohtaisesti ongelmallinen. Giuliano ja Small (1991) tarkastelivat tutkimuksessaan Subcenters in the Los Angeles Region Los Angelesin työpaikkakeskittymiä (employment center) hyödyntäen vuoden 1980 Los Angelesin kaupunkialueen väestölaskentaa. Heidän mukaansa 10,1 % kaikista alueen työpaikoista sijaitsi kaupungin keskustassa. He kuitenkin määrittelivät tutkimuksessaan Los Angelesin keskustan kattavan lähes 20 neliömailin alueen, mikä on heidän mukaansa huomattavasti perinteistä keskusta-alueen määritelmää laajempi. McDonald ja McMillen (2007, s. 163–164) taas kertovat, että vuonna 1980 Chicagon alle 10 neliömailin

kokoinen keskusta työllisti 18,2 % alueen väestöstä. Tämä prosenttiosuus on kuitenkin ollut laskussa ja vuonna 2000 se oli enää 15,4 %. Keskusta-alueen koko ei kuitenkaan ole mallien kannalta varsinaisesti ongelma, sillä keskustan koon voidaan ajatella muodostuvan yrityssektorin ja asuinsektorin tarjousvuokrakäyrien kautta, jos yritysten tarjousvuokra on keskustassa kotitalouksien tarjousvuokraa korkeampi (katso esimerkiksi McDonald & McMillen 2007, s. 116–117). Selkeästi kaikki kaupunkialueiden työpaikat eivät kuitenkaan siis sijaitse keskustassa, mutta kaupunkien välillä on suuria eroja. Onkin luontevaa ajatella, että ehkä monikeskustainen kaupunki saattaisi olla parempi lähtökohta malleille.

Monikeskustaiset mallit lähtevät liikkeelle siitä ajatuksesta, että kaupunkialueella sijaitsee yksi pääkeskus ja useita alakeskuksia, jotka sijaitsevat usein liikenteellisissä solmukohdissa (Laakso & Loikkanen 2004, s. 170). Tampereella yksi tällainen alakeskus olisi oletettavasti Hervanta. Kuviossa 2.6. on havainnollistettu alakeskuksen olemassaolon vaikutuksia kaupungin maankäyttöön ja eri toimijoiden tarjousvuokrakäyriin. Kuviossa oletetaan, että yritykset kuljettavat tuotteensa joko kaupungin keskustaan tai alakeskukseen. Yritysten oletetaan lisäksi kommunikoivan keskenään ja niiden viestintäkustannusten oletetaan olevan sitä alhaisemmat, mitä lähempänä keskustaa ne sijaitsevat. Kotitalouksien tarjousvuokra määräytyy jälleen työmatkaliikenteen aiheuttavien kustannusten kautta, kuten aiemminkin, mutta nyt kotitalouksien on valittava kahden mahdollisen vaihtoehdon välillä. (Laakso & Loikkanen 2004, s. 171.) Kuviosta nähdään nyt, että näillä olettamilla kaupunkialueelle muodostuu kaksi yritysten valtaamaa aluetta ja kaksi kotitalouksien asuttamaa aluetta. Ensimmäinen yritysvyöhyke muodostuu ydinkeskustan ympärille rajanaan etäisyys X_{Y1} , ja toinen yritysvyöhyke muodostuu etäämmälle välille $X_{K1} - X_{Y2}$. Kotitaloudet taas sijoittuvat näiden vyöhykkeiden ympärille. Maatalouden sijoittumisen kannalta monikeskustaiset mallit eivät kuitenkaan juurikaan eroa yksikeskustaisista malleista.



Kuvio 2.6. Alakeskuksen vaikutus eri toimijoiden tarjousvuokrakäyriin

Viimeinen oletusten aiheuttama ongelma on se, että yksinkertaiset mallit tuottavat yhtenäisiä ja homogeenisia maankäyttövyöhykkeitä. Osa kaupunkialueista noudattaa kyllä tämänkaltaisia selkeitä rajoja, mutta vähintäänkin yhtä yleistä on maankäytön mosaiikkimaisuus ja eri toimintojen limittäisyys. Mallien tuottamat yhtenäiset maankäyttövyöhykkeet johtuvat ensinnäkin oletuksesta, jonka mukaan kaikki sijainnit ovat keskustaetäisyyttä lukuun ottamatta samanlaisia. Lisäksi valtaosassa malleista on vain rajattu määrä erilaisia toimijaryhmiä (erilaiset yritykset, kotitaloudet ja maatalous) ja vaihtelua mieltymyksissä tai missään muussakaan ei ryhmien sisällä ole. (Laakso & Loikkanen 2004, s. 172.) Malleja voidaan toki aina laajentaa kattamaan yhä enemmän ympäristömuuttujia ja toimijoita (katso esimerkiksi Fujita 1989), mutta tällöin mallit muuttuvat nopeasti todella hankalaselkoisiksi niin teoreettisesti kuin empiirisestikin, mikä on niiden käytettävyyden kannalta arvattavan ongelmallista. Asiaa tarkastellaan enemmän hedonisten hintamallien yhteydessä.

Lisäksi yritykset ja kotitaloudet harvemmin pystyvät vuokraamaan itselleen ainoastaan tonttimaata. Sen sijaan yritykset vuokraavat itselleen valmiita toimitiloja ja kotitaloudet valmiita taloja. Koska rakennuksia on hankala lyhyellä aikavälillä muunnella tai siirtää, on eri sijainneissa tarjolla hyvinkin vaihtelevan laatuista toimitiloja ja asuntoja. Tällöin kaupungin keskustasta saattaa löytää kovinkin halvan asunnon tai liikekiinteistön. Vastaavasti kaupungin reunalla olevalla halvalla

maalla saattaa olla rakennettuna uusia, korkealaatuisia toimitiloja ja asuntoja, joiden vuokrat ovat korkeita, sillä ne pitävät sisällään sekä maan vuokran, että asunnon tai toimitilan vuokran. (Laakso & Loikkanen 2004, s. 172–173.) Näiden tekijöiden huomioon ottaminen voi vaatia jälleen siirtymistä moniulotteisempiin ja huomattavasti monimutkaisempiin malleihin, jolloin on tehtävä valinta ymmärrettävyyden ja selittävyys välillä. Yksinkertaisessa muodossa asuntojen kysyntä on kuitenkin melko vaivatonta lisätä käsiteltyihin malleihin.

Asuntojen kysynnän ja tarjonnan William Alonson (1964) luomaan yksinkertaiseen tarjousvuokramalliin toivatkin Richard Muth (1969) kirjassaan *Studies in the structure of the urban economy* ja myöhemmin Edwin Mills (1972) kirjassaan *Cities and housing: the spatial pattern of urban residential land use*. Alonson alkuperäisestä mallista poiketen kotitaloudet saivat muokatussa mallissa hyötynsä asunnoista eivätkä suoraan maasta. Asuntojen tarjonnan näkökulman malliin toi malliin lisätty asuntojen tuotanto. Richard Muth (1969) määritteli asumisen pääoman ja maan avulla tuotetuksi useiden erilaisten palveluiden muodostamaksi kokonaisuudeksi. Asumisen hinnan hän taas määritteli siksi kustannukseksi, joka vaaditaan yhden standardoidun asumisyksikön ostamiseksi. Käytännössä Muthin mallissa asuminen on siis yksiulotteinen hyödyke, mikä pitää mallin vielä varsin yksinkertaisena. Modernia uusklassista kotitalouden sijoittumisteoriaa kutsutaankin kokonaisuudessaan usein Alonso-Muth-Mills-teoriaksi (katso esimerkiksi McDonald & McMillen 2007, s. 106–134).

Tekemällä pieniä laajennuksia ja muokkauksia tarkasteltuihin yksinkertaisiin malleihin saatiin mallien oletuksista siis kohtuullisen todenmukaisia. Siirrytään seuraavaksi tarkastelemaan kuinka mallien tekemät ennustukset vastaavat todellisuutta.

Kaikkien käsiteltyjen mallien lähtökohtana on ollut se, että etäisyys keskustasta on kaikista tärkein alueellisia maanvuokra ja muita eroja selittävä tekijä. Mallit myös odottavat maanvuokran laskevan tasaisesti etäisyyden keskusta kasvaessa. Lisäksi substituution tulisi saada aikaan maanvuokrakäyrien kaarevuus. Käsitellyt mallit antavat ennustuksia myös muiden tekijöiden muutoksista mutta tämän työn kannalta maanvuokrien käyttäytyminen on näistä kaikista mielenkiintoisin.

McDonaldin ja McMillenin (2007, s. 137 & 149–153) mukaan näitä mallien antamia ennustuksia on helppo testata käyttämällä yksinkertaisia regressiomalleja. Toinen vaihtoehto on verrata mallin

funktioiden siirtymiä todellisten arvojen muutoksiin, kun alueella tapahtuu jokin muutos esimerkiksi tulotasoissa, matkustuskustannuksissa tai väestön määrässä. Käytännössä tämä toteutetaan joko tarkastelemalla yhden alueen tilastoja pitkällä aikavälillä (aikasarja-aineistot) tai vertailemalla useiden eri alueiden tilastoja toisiinsa (poikkileikkausaineistot).

McDonaldin ja McMillenin (2007, s. 149) mukaan laadukkaiden aineistojen puutos kuitenkin rajoittaa tätä empiiristä testaamista. Tiheään asutuilla kaupunkialueilla harvoin on käyttämätöntä maa-alaa ja vaikka olisikin, sen arvo ei välttämättä toimi hyvänä arviona muiden alueiden maan arvolle. Kotitalouksien asunnon arvossa taas on mukana sekä maan arvo, että asunnon arvo eikä näitä voi helposti erottaa. Tilastojen puute johtuu luultavasti siitä, että Laakson (1993, s. 31) mukaan ainakaan Suomesta ei yleensä löydy toimivia maanvuokrausmarkkinoita. Kaksi poikkeusta kuitenkin löytyy: Homer Hoytin klassikkoteos *One hundred years of land values in Chicago* vuodelta 1933 sekä *Olcott's land values blue books of Chicago*, joita julkaistiin vuosittain vuodesta 1900 aina vuoteen 1990. McDonaldin ja McMillenin (2007, s. 149) mukaan ei tiedetä tarkalleen kuinka Olcott's hankki tilastonsa, mutta niiden laajuus on uskomaton; McDonald ja McMillen väittävät Olcott'sin julkaisseen teoksissaan jokaisen kaupungin korttelin ja monen taajaman korttelin maanarvot.

McDonald ja McMillen (2007, s. 149–151) käyvät kirjassaan läpi näitä aineistoja ja testaavat niiden avulla Alonso-Muth-Mills-mallin tarjousvuokrafunktion todenmukaisuutta. He tarkastelevat ensin vuoden 1873 tilannetta, jossa mallin estimaattien arvot näyttäisivät noudattavan todellisia arvoja oikein hyvin varsinkin, kun malliin otetaan selittäväksi tekijäksi mukaan etäisyys Michigan järvestä. Lisäksi toista astetta oleva funktiomuoto tuottaa mallille suuremman selitysvoiman kuin pelkkä lineaarinen malli. Kun mallissa otetaan huomioon etäisyys Michigan järvestä sekä toista astetta oleva funktiomuoto, on mallin selityssaste R^2 0,822. Vuoden 1873 aineisto näyttäisi siis puoltavan keskustaetäisyyden merkitystä, laskevia maanvuokria ja käyrien kaarevuutta eli substituutiovaikutusta. Toisaalta aineiston mukaan maan arvot näyttäisivät kasvavan 10 mailin jälkeen, mikä asettaisi väittämän maanvuokrien laskevuudesta kyseenalaiseksi. McDonald ja McMillen kuitenkin selittävät tätä kasvua sillä, että Chicagon kaupunkialue ei vuonna 1873 ulottunut koko tarkastelualueelle. Tällöin kaukana keskustasta olevien alueiden voidaan katsoa kuuluvan maatalouden piiriin, eikä malli ota kantaa maatalousmaan arvon määräytymiseen.

McDonaldin ja McMillenin estimaatitulokset sekä havaintoarvojen kuvaaja löytyvät liitteistä 1 ja 2.

Pitkän aikavälin tarkastelu ei kuitenkaan välttämättä tue mallia yhtä hyvin. Liitteessä 4 on esitetty McDonaldin ja McMillenin (2007, s. 149–151) luoma 1830- ja 1990-lukujen välisen ajan Chicagon maanarvokäyrän kaltevuuden kuvaaja. Kuvaajasta näkee, että liikenneyhteyksien paraneminen aikojen saatossa on johtanut maanarvokäyrän loivenemiseen. Tämä tulos vastaa mallin ennusteita, sillä positiivinen kaltevuus tarkoittaa maan arvon laskua etäisyyden kasvaessa. Näihin mallin ennustamiin tuloksiin paneudutaan tarkemmin seuraavassa alaluvussa. 1960-luvulla käyrän kaltevuus vajosi kuitenkin nolleen ja McDonald (1979, McDonaldin ja McMillenin (2007) mukaan) itse asiassa osoittaa kirjassaan *Economic analysis of an urban housing market*, että tuolloin maan arvo itse asiassa kasvoi välittömästi keskustan ulkopuolella. McMillen (1996, s. 117–122) kuitenkin osoittaa artikkelissaan *One hundred fifty years of land values in Chicago: a nonparametric approach*, että lisäämällä malliin epälineaarisuutta ja joukon muita selittäviä muuttujia saadaan mallin selitysasteesta 1960-luvullakin kohtuullinen (0,628) ja vuoden 1990 selitysasteeksi hän sai jo 0,873. McMillenin mallin estimointitulokset on esitetty liitteessä 3.

Näiden yksinkertaisten mallien todenmukaisuutta on McDonaldin ja McMillenin (2007, s. 151) mukaan pyritty testaamaan myös korvaamalla maan arvo asuntojen hinnalla. Ikävä kyllä näiden tutkimusten uskottavuus on McDonaldin ja McMillenin mukaan harmittavan usein kyseenalainen, sillä ne perustuvat Alonso-Muth-Mills-mallin johtopäätösten väärintulkintaan. Malli ennustaa asumisen yksikköhinnan P_H laskevan keskustaetäisyyden suhteen. Se ennustaa myös asumisen kulutuksen H kasvavan keskustaetäisyyden kasvaessa. Malli pystyy kuitenkin sanomaan asunnon (ostettava tuote) hinnasta $P_H H$ ainoastaan, sen, että asunnon hinnat ovat korkeita siellä, missä korkeatuloiset kotitaloudet asuvat, ja jo alaluvussa 2.3. osoitettiin, että näiden kotitalouksien sijaintipäätös ei ole yksiselitteinen.

Myös Tsutsumi, Shimada ja Murakami (2011) tarkastelevat näiden mallien todenmukaisuutta, vaikkakin käytännön sovelluksen näkökulmasta. He havainnollistava artikkelissaan *Land price maps of Tokyo Metropolitan Area* luomaansa ohjelmaa, joka tuottaa havainnollistavia kaupunkien maan arvo –karttoja vaivattomasti. He esittävät artikkelissaan mallin, jota he soveltavat Tokion halkaisijaltaan noin 100 km kokoiseen metropolialueeseen. Mallin muuttujina he käyttävät etäisyyttä lähimmästä rautatieasemasta, väestötiheyttä, eri maatyypeille (metsät, järvet, puistot

ja niin edelleen) osoitettua alaa, dummy-muuttujaa siitä, että tuetaanko alueen kaupungistumista sekä aikaa ja matkaa Tokion päärautatieasemalle rautateitä pitkin. He käyttävät yksinkertaista regressiomallia saadakseen muuttujille estimaatit.

Ohjelman tuottamat kartat noudattavat melko hyvin kehäteoriaa. Näyttäisi siltä, että ainakin Tokion tapauksessa, maan arvo laskee todellisuudessa asteittain keskustasta etäännyttäessä ja että pudotukset arvossa tapahtuvat hyvin kehämäisesti. Toisaalta mallin antamat kehät ovat hyvin repaleiset ja tarkat rajat alueiden välillä muodostuvat hyvin epäselviksi ja alueiden sisällä saattaa olla muutamia halvempia tai kalliimpia lohkoja. Koska Tsutsumin, Shimadan ja Murakamin tavoitteena on ollut luoda edullinen ja vaivaton tapa luoda maanarvokarttoja, on malli tarkoituksella melko yksinkertainen. Se ottaa kuitenkin huomioon merkittävän osan aiemmin käsitellyistä perusmallin ongelmista lisäämällä malliin maaston ominaisuuksia ja virkistymismahdollisuuksia sekä huomioimalla keskustaetäisyydessä sekä ajan että matkan. Toki voidaan muun muassa kyseenalaistaa, mikäli etäisyys rautateitä pitkin on paras saavutettavuuden mitta. Lisäksi esimerkiksi Wang (2009) nostaa tulotason yhdeksi merkittäväksi kaupunkien maan arvoon vaikuttavaksi seikaksi, kuten jo aiemmin huomattiin. Tsutsumi, Shimada ja Murakami (2011, s. 198–199) kertovat kuitenkin ennustustarkkuudekseen hieman alle 90 % riippumatta siitä käyttivätkö he keskustaetäisyyden mittarina matka-aikaa tai etäisyyttä.

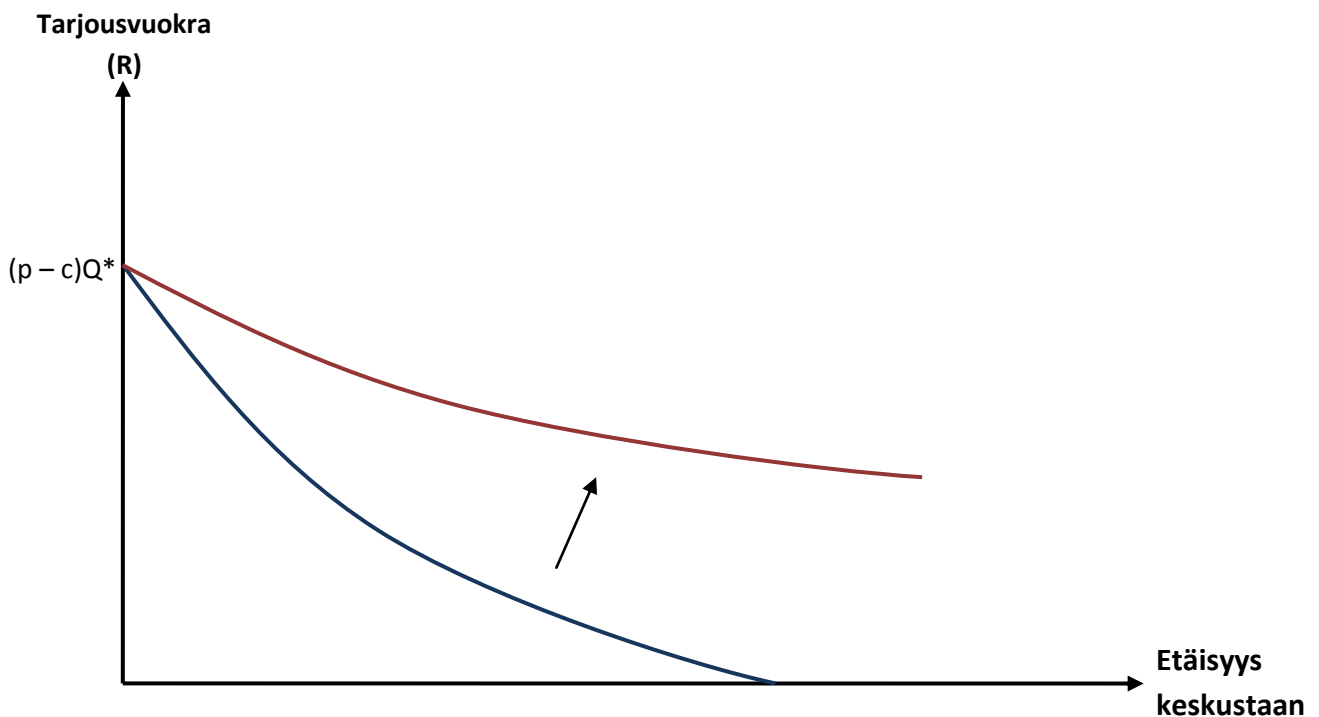
Selkeästi siis yksikeskustaisetkin mallit melko vähäisillä laajennuksilla kuvaavat todellisuutta melko hyvin. Kuten aiemmin todettiin, täytyy jokainen kaupunkialue käsitellä kuitenkin omana kokonaisuutenaan.

2.6. Maamarkkinoiden komparatiivis-staattinen analysointi

Käsitellään vielä lopuksi, mitä muodostetut mallit kertovat työn mielenkiinnonkohteen eli liikenneinvestointien vaikutuksista. Liikenneinvestointien päätarkoituksena voidaan katsoa olevan matkakustannusten laskeminen. Tämä tapahtuu joko matkustamisen varsinaisten kustannusten tai ajallisten kustannusten kautta. Lähdetään liikkeelle pelkkien tarjousvuokrien tarkastelusta. Samaa tarkastelulogiikka hyödyntämällä voitaisiin analysoida myös muiden mallien kannalta eksogeenisten muuttujien vaikutuksia.

Kuviossa 2.7. on esitetty kuljetuskustannusten laskun vaikutus yritysten tarjousvuokraan. Tarjousvuokrafunktio määräytyy tässä tapauksessa samalla tavoin kuin alaluvussa 2.3. yrityksen

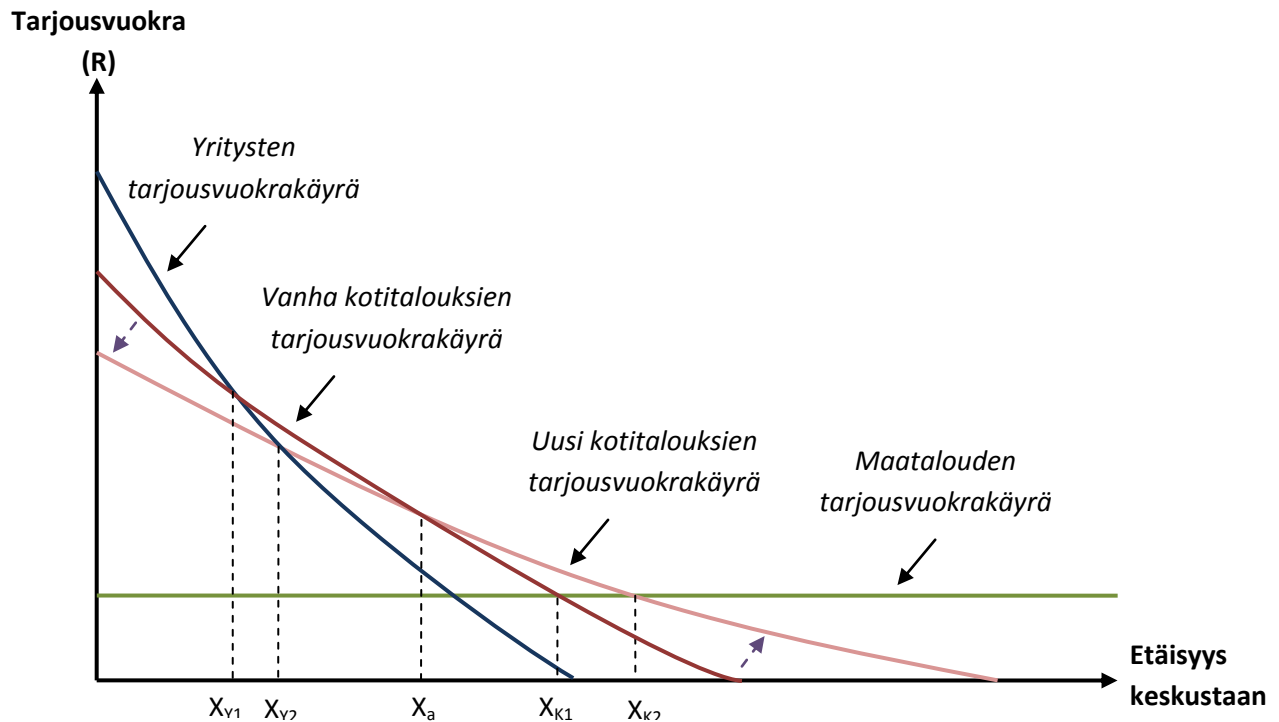
teorian yhteydessä, kun tuotannontekijöiden substituoitio on otettu huomioon. Täydellinen kilpailu saa aikaan sen, että yrityksen voitot eivät kasva kuljetuskustannusten laskiessa, vaan sen sijaan kuljetuskustannusten laskusta seuranneet säästöt siirtyvät maan arvoon. Tästä seuraa se, että yrityksen tarjousvuokrakäyrä siirtyy ylöspäin kaikkialla muualla paitsi y-akselin leikkauspisteessä, mikä johtuu luonnollisesti siitä, että aivan keskustassa sijaitsevien yritysten ei tarvitse kuljettaa tuotteitaan minnekään. Kuljetuskustannusten lasku ei siis hyödytä kilpailluilla markkinoilla yrityksiä ollenkaan tässä yksinkertaisessa tapauksessa, vaan maanomistajat keräävät kaikki liikenneinvestoinnin aikaansaamat edut. Myös Kotitalouksien tarjousvuokra muuttuu täysin samalla tavoin matkustuskustannusten laskiessa. Kaikki kotitalouksien saama hyöty siirtyy maanomistajille, sillä kotitalouksien tarjousvuokra määritellään aina kulloisellekin hyötytasolle. (McDonald & McMillen 2007, s. 95.)



Kuvio 2.7. Kuljetuskustannusten laskun vaikutus yritysten tarjousvuokrakäyrään

Laajennetaan nyt tarkastelua kattamaan koko kaupunkialueen maamarkkinat. Tarkastelussa käytetään Alonso-Muth-Mills-mallia, jossa on siis mukana asuntojen tuotanto ja kotitaloudet kuluttavat näitä maan ja pääoman avulla tuotettuja asuntoja. Kaupunkialueella ajatellaan olevan ainoastaan kolmenlaisia toimijoita: yrityssektori, asuinsektori ja maataloussektori. Yrityssektori pitää sisällään vientiteollisuuden ja vähittäiskaupan, asuinsektori taas koostuu kotitalouksista ja

asuntojen tuottajista. Maatalousmaan arvon ajatellaan olevan vakio. Yksinkertaisuuden vuoksi ainoastaan työmatkakustannukset muuttuvat tehdyn liikenneinvestoinnin seurauksena. Työmatkakustannusten laskun vaikutukset kaupunkialueen maankäytön pitkän aikavälin tasapainotilaan on annettu kuvioissa 2.8. ja 2.9. ja ne pätevät sekä avoimen, että suljetun kaupungin malleissa. Maan katsotaan olevan kokonaan kaupungin ulkopuolisten omistajien hallussa.

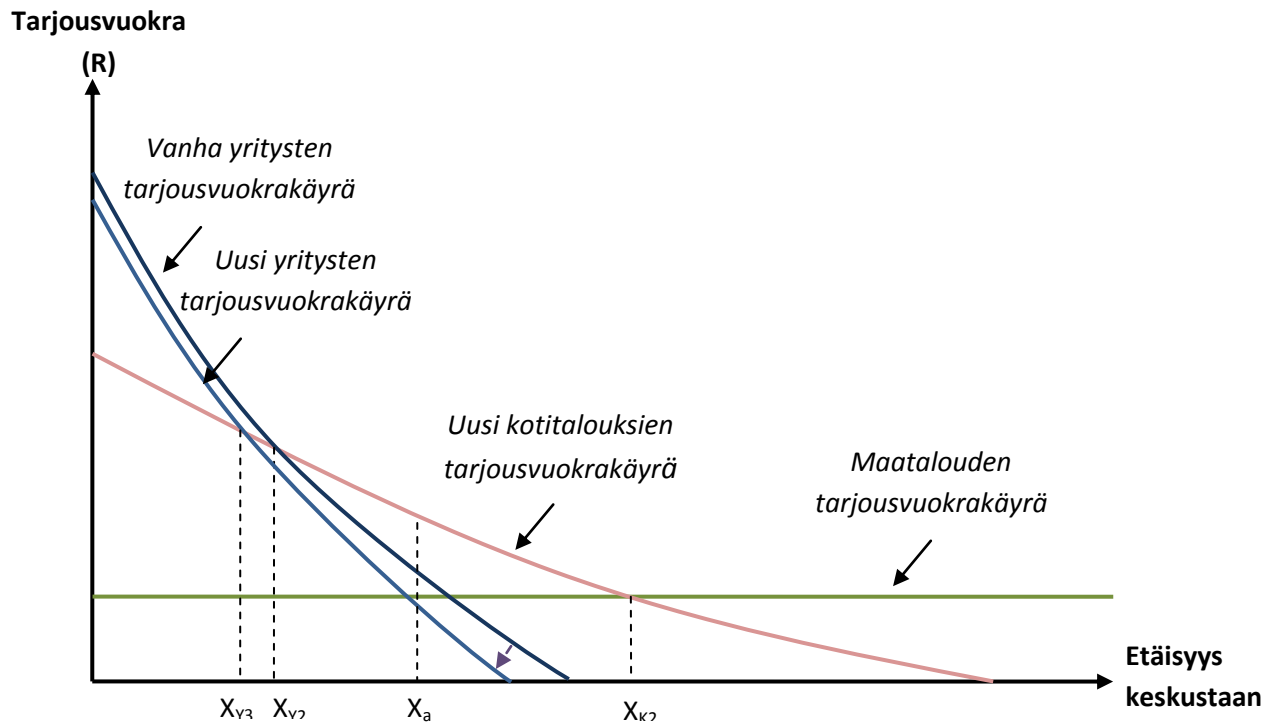


Kuvio 2.8. Matkakustannusten laskun vaikutus asuinsektorin tarjousvuokrakäyrään

Suljetun kaupungin tapauksessa matkakustannusten lasku saa aikaan kotitalouksien hyötytason kasvun. Samalla kotitalouksien tarjoushintakäyrän y-akselin leikkauspiste laskee ja käyrä muuttuu loivemmaksi, sillä kotitalouksilla on varaa muuttaa kauemmaksi keskustasta, jos asuntojen hinnat eivät nouse. Asuntojen kysyntä siis laskee lähellä keskustaa ja kasvaa kauempana. Kaikkien kotitalouksien hyötytaso nousee, mutta ei niin paljon kuin tilanteessa, jossa vuokrat eivät olisi muuttuneet ollenkaan.

Muutokset asuntojen kysynnässä saavat nyt aikaan sen, että asuntojen tuottajat ovat valmiita maksamaan keskustan lähellä sijaitsevasta maasta vähemmän ja kauempana keskustasta sijaitsevasta maasta enemmän. Tämä ajaa osan maanviljelijöistä kauemmaksi kaupungin keskustasta. Kuvioista 2.8. nähdään, että tämä siirtymä tarkoittaa kokonaisuudessaan sitä, että

kotitaloudet siirtyvät kauemmas keskustasta etäisyydeltä X_{Y1} etäisyydelle X_{Y2} . Vastaavasti kotitaloudet työntyvät myös syvemmälle maaseudulle ja siirtävät maatalouden rajan etäisyydeltä X_{K1} etäisyyteen X_{K2} .



Kuvio 2.9. Kuljetuskustannusten laskun vaikutus yrityssektorin tarjousvuokrakäyrään

Kotitalouksien vetäytyessä keskustasta yrityssektori kohtaa vähemmän kilpailua maasta, sillä asuntojen tuottajat eivät ole valmiita enää maksamaan yhtä paljon keskustan lähellä sijaitsevasta maasta. Koska yritysten kuljetuskustannukset eivät laskeneet liikenneinvestoinnin seurauksena, siirtyy yrityssektorin tarjousvuokrakäyrä alaspäin alenneen kilpailun vuoksi (kuvio 2.9). Tämän seurauksena asuinsektorin ja yrityssektorin raja ei siirry yhtä paljon kuin kuvio 2.8 antoi olettaa. Kotitalouksien asuttama alue palaa siis takaisin lähemmäs keskustaa etäisyydelle X_{Y3} . On tärkeää kuitenkin huomata, että tämä uusi raja X_{Y3} sijaitsee kauempana kuin alkuperäinen raja X_{Y1} . Kokonaisuudessaan voidaan lisäksi todeta, että kuvioden 2.8. ja 2.9. piste X_a jakaa liikenneinvestoinnin aikaansaamat muutokset kaupunkialueen maankäytön pitkän aikavälin tasapainossa kahteen osaan. Tämän pisteen vasemmalla puolella eli lähellä keskustaa maanvuokra ja siten arvo on laskenut ja vastaavasti pisteen oikealla puolella maanvuokra on kasvanut.

Avoimen kaupungin mallin tapauksessa muutokset ovat itse asiassa täysin samanlaiset, mutta hieman eri syistä. Avoimen kaupungin malleissa hyöty ajateltiin eksogeeniseksi ja kaupungin

väestön määrä endogeeniseksi. Nyt kaupungin kotitalouksien kasvanut hyötytaso saa aikaan muuttoliikkeen, joka vähitellen syö pois kotitalouksien kasvaneen hyödyn. Kasvanut työntarjonta kuitenkin ajaa palkkoja alaspäin, mikä johtaa kotitalouksien tarjousvuokrien laskuun. (McDonald & McMillen 2007, s. 118–121.)

Edellä käsitelty analyysi on melko kattava, mutta se jättää käsittelemättä tarjousvuokrien muutosten aiheuttamat kerrannaisvaikutukset. Niiden suuruus ei kuitenkaan yleensä ole kovin merkittävä ja ne monimutkaistaisivat käsittelyä merkittävästi. (McDonald & McMillen 2007, s. 120.) Toinen, isompi ongelma kuitenkin on, että esitetty avoimen kaupungin mallin analyysi jättää käsittelemättä laskeneiden palkkojen aikaansaamat laskut yritysten tuotantokustannuksissa, mikä johtaa yrityssektorin tarjousvuokrakäyrän siirtymisen ylöspäin, jolloin yrityssektorin hallitsema alue saattaa siirtyä vielä kauemmas keskustasta (Laakso & Loikkanen 2004, s. 176). Tällöin myös maanvuokra kasvaa välittömästi keskustan läheisyydessä. Kokonaistasapainoa tarkasteltaessa avoimen kaupungin mallin antamat ennusteet eivät siis ole välttämättä yksiselitteisiä.

3. Kapitalisoituminen ja sen mittaaminen

3.1. Kapitalisoitumisen teoria

Kapitalisoitumisen malleilla on pitkät perinteet kiinteistöjen ja maan verotusta käsittelevässä kirjallisuudessa (Laakso 1997, s. 53). Maan verotus on kuitenkin jäänyt Jeffrey I. Chapmanin, Gary C. Cornian, Rex L. Facer ja Lawrence C. Waltersin (2009) mukaan viime aikoina vähälle huomiolle ainakin Yhdysvalloissa. He esittävätkin artikkelissaan *Alternative financing models for transportation: a case study of land taxation in Utah* maan verotuksen yhtenä vaihtoehtona Yhdysvaltojen liikenneinfrastruktuurin rahoittamiseksi. Heidän (2009, s. 204–205) mukaansa maan verotuksen hyvänä puolena on, että mikäli maan tarjonnan ajatellaan olevan täysin joustamatonta, ei verosta aiheudu hyvinvointitappioita. Vero siis kapitalisoituu maan arvoon.

Kapitalisoituminen siis tarjoaa yhden näkökulman investointien rahoittamiselle. Kapitalisoitumista voidaan kuitenkin hyödyntää myös paikallisten julkishyödykkeiden tuottamien hyötyjen ja haittojen arvioimiseen jälkikäteen. Charles M. Tiebout (1956) oli yksi tämän aihealueen edelläkävijöistä artikkelillaan *A pure theory of local expenditures*, jossa hän käsitteli julkisten menojen allokaatiota kaupunkialueen sisällä. Tieboutin artikkeli toimi inspiraation lähteenä useille kapitalisoitumisen tutkijoille. Yksi näistä tutkijoista oli David A. Starrett (1981), joka käsittelee artikkelissaan *Land value capitalization in local public finance* kotitalouksilta kerätyillä verovarilla tuotettavia paikallisia julkishyödykkeitä ja niiden kapitalisoitumista. Starrettin (1981, s. 306–307) mukaan kapitalisoituminen on mielenkiintoinen ilmiö ensinnäkin siksi, että sen avulla voidaan arvioida paikallisten julkisinvestointien etuja, kuten jo aiemmin todettiin. Kapitalisoituminen vaikuttaa myös varallisuudenjakamaan, sillä sen kautta investointien edut kanavoituvat maanomistajille vuokralla olijoiden sijasta. Starrett toteaaakin, että kapitalisoituminen heijastaa todellisia muutoksia hyvinvoinnissa ainoastaan, jos yhteiskunnan näkökulmasta näiden molempien toimijoiden hyvinvointi on yhtä arvokasta. Jos taas vuokralla olijoiden eli käytännössä yritysten ja kotitalouksien katsotaan olevan arvokkaampia, huonontaa kapitalisoituminen hyvinvoinnin jakautumista yhteiskunnassa.

Starrett (1981) esittää artikkelissaan, että kapitalisoituminen voi tapahtua kahdella eri tavalla: ulkoisen kapitalisoitumisen ja sisäisen kapitalisoitumisen kautta. Nämä mekanismit ovat toisistaan riippumattomia. Ulkoisella kapitalisoitumisella tarkoitetaan yhteisöjen välistä kapitalisoitumista ja

sisäisellä kapitalisoitumisella yhteisöjen sisäistä kapitalisoitumista. Seuraavassa näitä molempia tarkastellaan hyvin yleisellä tasolla, sillä tämän työn kannalta oleellista on ymmärtää, mitä kapitalisoitumisella tarkoitetaan ja milloin sitä tapahtuu. Kapitalisoituminen nimittäin vaikuttaa ilmiönä useiden empiiristen tutkimusten taustalla tarkasteltiin sitä eksplisiittisesti tai ei.

3.1.1. Ulkoinen kapitalisoituminen

Ulkoisen kapitalisoitumisen mekaniikka on hyvin samankaltainen kuin alaluvussa 2.4. käsitellyssä avoimen kaupungin maankäytön mallissa. Laakso (1997, s. 54) esittää ulkoisen kapitalisoitumisen perusajatuksen seuraavasti.

Oletetaan, että yksi kunta tekee julkisen investoinnin, joka taas nostaa kyseisen kunnan yleistä hyvinvoinnin tasoa. Mikäli kaikilla tarkasteltavan alueen kuntien asukkailla on samat preferenssit kyseisen julkishyödykkeen suhteen ja liikkuminen kuntien välillä on vapaata, investoinnin tehnyt kunta saa houkuteltua muiden kuntien asukkaita muuttamaan alueelleen. Tämä muuttoliike jatkuu, kunnes hyvinvointieroja ei kuntien välillä enää ole. Nämä hyvinvointierot voivat tasoittua ainoastaan, jos sijaintikustannukset (location cost) muuttuvat. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että investoinnin tehneessä kunnassa maan arvo kasvaa, kunnes investoinnin aikaansaama hyvinvointi on poistunut.

Ulkoinen kapitalisoituminen vaatii siis, että liikkuminen käsiteltävien alueiden välillä on vapaata ja että kaikkien kotitalouksien preferenssit ovat tarpeeksi homogeeniset. Nimittäin jos kotitaloudet eivät välitä toisella alueella tehdystä julkisesta investoinnista, ei muuttoliikettä synny eikä tällöin myöskään kapitalisoitumista. Todellisuudessa alueiden välillä liikkumiseen liittyy kuitenkin yleensä merkittäviä kustannuksia, jotka vaikuttavat kotitalouksien muuttohalukkuuteen, vaikka liikkuminen alueiden välillä olisikin vapaata. Myöskin väestön jakautuminen eri alueille tarkoittaa yleensä sitä, että näiden eri alueiden väestöjen preferenssit eroavat toisistaan jollain tavoin. Täydellinen ulkoinen kapitalisoituminen on siis todellisuudessa hyvin harvinaista.

3.1.2. Sisäinen kapitalisoituminen

Sisäinen kapitalisoituminen on käsitteenä hieman haasteellisempi. Seuraava tarkastelu tiivistää Starrettin (1981) aihetta käsittelevän artikkelin ajatuksen. Hänen artikkelissaan sekä ulkoinen että sisäinen kapitalisoituminen on käyty syvällisemmin läpi.

Julkishyödykkeen katsotaan olevan luonteeltaan paikallinen, mikäli sen läheisyydellä on merkitystä alueen kotitalouksille. Jos paikallinen julkishyödyke vaikuttaa eri alueiden viehätysvoimaan, se saa aikaan kapitalisoitumista vuokrien sopeutuessa. Toisin sanoen jos julkishyödykkeen määrä ja eri alueiden houkuttelevuus korreloivat keskenään, tapahtuu alueen sisällä ainakin jonkinasteista kapitalisoitumista. Starrettin (1989, s. 308) mukaan tämän tyyppistä argumenttia on käytetty oikeuttamaan tarjousvuokran käyttöä esimerkiksi saasteiden vaikutusten estimoimiseen. Luvussa 4 on käyty läpi yksi tällainen tutkimus.

Kuntien ajatellaan tuottavan paikallista julkishyödykettä q , joka vaikuttaa ainoastaan maanvuokriin, mutta ei muiden hyödykkeiden hintoihin. Starrett (1989, s. 308–309) katsoo tämän olevan mielekäs oletus, koska muiden hyödykkeiden hintamuutokset kumoutuvat yleensä, kun niitä tarkastellaan molempien sekä kysynnän, että tarjonnan näkökulmista. Kotitaloudet matkustavat kuluttamaan tätä julkishyödykettä, mistä aiheutuu matkakustannuksia, joita voidaan merkitä funktiolla $f(g, s)$, missä g viittaa tehtyjen matkojen lukumäärään ja s sijaintiin. Jokainen kotitalous valitsee sijainnin s ja tontin koon l kyseisessä sijainnissa. Sijainnin s voidaan katsoa tarkoittavan vyöhykettä tietyllä etäisyydellä julkishyödykkeen sijainnista. Maamarkkinoiden katsotaan olevan kilpaillut. Maan yksikkövuokraa vyöhykkeellä s merkitään muuttujalla r_s . Ajatus liikennepalvelun luokse matkustamisesta voi kuulostaa hieman oudolta, mutta myös moottoritie on paikkaan sidottu.

Kotitalouksien tulon katsotaan koostuvan kolmesta osasta: osuudesta kunnan alueella toimivien yritysten voitoista P , maan vuokratuloista R ja palkkatuloista Y . Kotitalouden kokonaistulot ovat tällöin: $I = P + R + Y$. Kotitalouden maksamat verot saadaan funktiosta T , jonka luonne riippuu tarkasteltavasta verotyypistä. Kotitalouksien preferenssit vaihtelevat. Kotitalouden i , jonka preferenssityyppi on a , hyötyfunktio saa tällöin muodon:

$$U^a[q, g, l, I^i - T^i - f(g, s) - r_s l] \quad (3.1)$$

Kotitalouden valintaongelma voidaan ratkaista kaksivaiheisena optimointiongelmana.

Ensimmäisessä vaiheessa kotitalous maksimoi hyötyään julkishyödykkeen kulutuksen g ja tontin koon l suhteen. Toisessa vaiheessa kotitalous valitsee optimaalisen sijainnin s .

Voidaan osoittaa, että sisäistä kapitalisoitumista ei tapahdu, mikäli kotitalouksien julkishyödykkeen kulutus on sijainnista riippumaton. Näin voi käydä useissa eri tapauksissa. Näistä ensimmäisessä tapauksessa tontin koko l ja julkishyödykkeen kulutus g ovat vakioita kunnan alueella. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että tontin koko on laissa määrätty ja julkishyödyke on esimerkiksi maanpuolustus, jonka kulutusta yksittäinen kotitalous ei voi päättää. Voidaan myös osoittaa, että jos kotitalouksien preferenssit ovat identtiset ja erotettavissa olevat, jolloin ne voidaan esittää muodossa

$$U = U^1(q, g) + U^2(l) + (I^i - T^i - f(g, s) - r_s l), \quad (3.2)$$

on julkishyödykkeen kulutuksen intensiteetin g valinta riippumaton sijainnista s ja kapitalisoitumista ei tapahdu. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, etteikö ulkoista kapitalisoitumista voisi kuitenkin tapahtua. Tällöin maanvuokra muuttuu yksinkertaisesti saman verran kaikkialla kunnan sisällä.

Jotta sisäinen kapitalisoituminen olisi täydellistä, täytyy kahden ehdon täytyä samaan aikaan. Ensinnäkin jollain etäisyydellä kotitalouksien täytyy olla indifferenttejä julkishyödykkeen suhteen. Starrettin (1981, s. 313) mukaan tämä ehto täyttyy, mikäli näille kotitalouksille pätee, että $g = 0$. Toinen ehto on, että merkittävän osuuden kotitalouksista täytyy olla preferensseiltään julkishyödykkeen suhteen homogeenisia. Nämä ehdot täyttyvät, jos kotitalouden preferenssit voidaan esittää seuraavan hyötyfunktion avulla:

$$U^i = \hat{U}(q, g, l) + (I^i - T^i - f(g, s) - r_s l) \quad (3.3)$$

Kotitalouksien preferenssit julkishyödykkeen suhteen ovat siis tuloista riippumattomia, mistä seuraa, että optimaalinen sijainti on kaikkien kotitalouksien näkökulmasta sama. Tällöin maanvuokrat sopeutuvat täysin, kunnes kaikki kotitaloudet ovat indifferenttejä kaikkien sijaintien suhteen. Julkishyödykkeen vaikutukset ovat tällöin kapitalisoituneet täysin tarkastelualueen sisällä. Jos kuitenkin kotitalouksien välillä on systemaattisia eroja, tapahtuu kapitalisoituminen vain osittain. Esimerkiksi jos alueella on kotitalouksia, jotka arvostavat julkishyödykettä, ja kotitalouksia, jotka eivät välitä siitä, kannattaa näiden välinpitämättömien kotitalouksien muuttaa kauemmas ja tämä seurannut muuttoliike vähentää kapitalisoitumista.

3.2. Kapitalisoitumisen empiirinen tarkastelu ja sen ongelmat

Kapitalisoitumisesta löytyy myös lukuisia muita malleja (katso esimerkiksi Polinski & Shavell 1976). Yoshitsugu Kanemoto ja Takahiro Miyao (2003, s. 43–98) kuitenkin tiivistävät kirjassaan Urban dynamics and urban externalities täydelliseen kapitalisoitumiseen vaadittavat tekijät neljään ehtoon. Paikallisen julkishyödykkeen hyödyt kapitalisoituvat täysin, jos

1. investoinnin vaikutusalue on avoin, niin että alueelle ja alueelta liikkuminen on ilmaista ja muutenkin rajoittamatonta.
2. investoinnin vaikutusalue on pieni suhteessa koko kaupunkialueeseen.
3. kaupunkialueella on tarpeeksi kotitalouksia, joilla on identtiset preferenssit.
4. kaupunkialueen talous on pitkän aikavälin tasapainossa ja yritysten markkinoillepääsyä ei rajoiteta millään tavoin.

Ehdoista 1–3 seuraa, että kotitalouksien hyöty ei voi muuttua. Ehdosta 1 seuraa nimittäin, että hyötytason noustessa alueelle muuttaisi uusia kotitalouksia, kunnes hyöty laskisi ympäröivän alueen tasolle (vertaa jälleen avoimen kaupungin maankäyttömallit). Ehdot 2 ja 3 taas takaavat, että investoinnin aikaansaamat muutokset eivät vaikuta koko talouden hyötytasoon, mikä varmistaa sisäisen kapitalisoitumisen. Ehto 4 taas estää yritysten voittojen kasvun investoinnin seurauksena. Nyt koska yritysten voitot ja kotitalouksien hyötytaso eivät muutu, investoinnin hyödyt (ja haitat) siirtyvät maan arvoihin eli tapahtuu ulkoista kapitalisoitumista. Tarkastelussa maan katsotaan olevan ulkoisten omistajien hallussa.

Starrett (1981) laajentaa tarkastelua vielä käsittelemällä yritysten omistusta kahdesta eri näkökulmasta. Yritykset voivat hänen malleissaan olla joko alueen kotitalouksien omistuksessa tai kokonaan jonkin ulkoisen tahon omistuksessa. Hän kuitenkin osoittaa, että riippumatta yritysten omistussuhteista yhteiskunnan näkökulmasta julkisen investoinnin vaikutukset kapitalisoituvat asuinsektorin maan arvoihin eivätkä kaiken maan arvoihin. Julkisen investoinnin toteuttavan tahon näkökulmasta omistussuhteilla on kuitenkin merkitystä. Yritysten ulkoisen omistuksen tapauksessa yhteisön kasvanutta hyötyä voidaan mitata tarkastelemalla muutoksia kaiken maan arvoissa. Sen sijaan yritysten ollessa paikallisessa omistuksessa yhteisön hyöty saadaan asuinsektorin maan arvojen muutoksista.

Starrett (1981) nostaa artikkelissaan esiin myös sen, että ulkoisen ja sisäisen kapitalisoitumisen mallit antavat ristiriitaisia tuloksia siitä, kapitalisoituvatko investointien brutto- vai nettohyödyt. Onkin tärkeää huomata, että Starrettin malleissa investoinnit rahoitetaan kotitalouksilta kerättyjen verojen avulla. Starrett (1981, s. 325–326) myös huomioi, että julkiset investoinnit voivat saada aikaan nousuja yhden alueen hyvinvoinnissa ja laskuja toisen alueen hyvinvoinnissa, mikä on otettava huomioon empiirisissä tarkasteluissa. Hän myös huomauttaa, että ulkoinen kapitalisoituminen tapahtuu täydellisimmin, mikäli eri alueiden toimijat ovat ominaisuuksiltaan hyvin samankaltaisia. Vastaavasti sisäinen kapitalisoituminen tapahtuu täydellisimmin, jos alueet ovat hyvin erikoistuneita. Starrett varoittaa lisäksi, että varsinkin negatiiviset ulkoisvaikutukset saattavat jäädä huomioimatta maan arvoissa.

Kapitalisoitumisen empiirinen tarkastelu on siis selkeästi haastavaa ja vaatii syvällistä paneutumista tarkasteltavan ilmiön taustoihin, jotta voidaan varmistua siitä, että kapitalisoitumishypoteesi on voimassa. Laakson (1997, s. 61–62) mukaan on kuitenkin yleistä sisällyttää empiirisiin hedonisiin hintamalleihin muuttujia, jotka suoraan tai epäsuoraan kuvaavat jonkin julkishyödykkeen saatavuutta. Laakson (1993, s. 68–69) kertoo, että nämä mallit antavat melko samankaltaisia tuloksia asuinympäristön laatuun ja väestön sosiaaliseen rakenteeseen liittyvien ulkoisvaikutusten tapauksessa. Paikallisten kaupallisten ja julkisten palveluiden ja erilaisten saavutettavuustekijöiden tapauksessa tulokset ovat kuitenkin kovin ristiriitaisia. Laakson (1997, s. 61–62) mukaan yksi syy tähän on vaihtelu paikallisia palveluita kuvaavien muuttujien määrittelyssä. Toinen syy liittyy käytettävien tilastojen heikkouteen. Hänen mukaan on myös mahdollista, että kapitalisoitumisen vaatimukset eivät ole täyttyneet, kuten aiemmin varoitettiin. Hänen mukaansa tätä kapitalisoitumisen astetta on mahdotonta selvittää, koska investointien todellisia vaikutuksia harvoin tiedetään. Seuraavaksi tarkastellaan, kuinka hedonisia hintamalleja voidaan hyödyntää kapitalisoitumisen julkisten investointien vaikutusten laskemisessa.

3.3. Hedonisten hintamallien teoria

Luvussa 2 mainitussa Alonzo-Muth-Mills-mallissa asuntoja käsiteltiin yksiulotteisina hyödykkeinä, joiden hintaan vaikutti myös etäisyys keskustasta. On kuitenkin luontevaa ajatella, että todellisuudessa asunnot koostuvat monista eri tekijöistä ja tätä varten tarvitaan hedonisia hintamalleja. Hedoniset hintamallit luotiin alkujaan laadullisten indikaattorien kehittämiseen ja laadullisten muutosten arvottamiseen (katso esimerkiksi Lancaster, 1966). Sherwin Rosenin (1974)

artikkelin Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition jälkeen niitä ruvettiin kuitenkin käyttämään hyvin laajalti kaupunkialueen asuntomarkkinoiden empiirisessä tarkastelussa. Hedonisia hintamalleja hyödynnetäänkin nykyään todella paljon asuntojen kaltaisten moniulotteisten hyödykkeiden implisiittisen hinnan selvittämiseen. Hedonisten hintamallien avulla voidaan esimerkiksi selvittää, kuinka paljon yhden makuuhuoneen tai muun asunnon ominaisuuden lisääminen vaikuttaa asunnon hintaan.

Hedonisten hintamallien teorian tarkastelussa on syytä lähteä liikkeelle siitä, että niiden tarkastelemat hyödykkeet eroavat laadultaan toisistaan tai koostuvat useista erilaisista laadullisista ja määrällisistä ominaisuuksista. Asunnot kuuluvat tähän jälkimmäiseen kategoriaan. Näillä yksittäisillä ominaisuuksilla ei kuitenkaan ole erillisiä hintoja, vaan hyödyke myydään markkinoilla tietyllä kokonaishinnalla. (Laakso 1997, s. 25.)

Rosen (1974, s. 35) esittää, että tarkasteltavan hyödykkeen voidaan esittää muodostuvan n :stä ominaisuudesta eli $z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$, missä z_i on hyödykkeen i :nnen ominaisuuden määrä. Näiden ominaisuuksien z_i ajatellaan olevan objektiivisesti mitattavissa kuluttajan näkökulmasta, vaikka näillä kuluttajilla olisikin poikkeavat näkemykset erilaisista ominaisuuksien muodostamista kokonaisuuksista (Laakso 1974, s. 25). Markkinoilla ajatellaan lisäksi olevan laaja valikoima eri ominaisuuksista ja niiden määrästä muodostuvia tuotteita kuluttajien valittavana. Markkinoiden ajatellaan olevan kilpaillut, jolloin yksittäinen toimija ei voi vaikuttaa markkinahintoihin. Jokaisella tuotteella on tiettyä vektorin z arvoa vastaava hinta. (Rosen 1974, s. 35.) Tällöin markkinat implisiittisesti paljastavat funktion $p(z) = p(z_1, \dots, z_n)$, joka kiinnittää tuotteen ominaisuudet ja hinnan toisiinsa. Tämä funktio kertoo jokaiseen ominaisuusyhdistelmään liittyvän minimihinnan. Hedonisten hintojen teorian lähtökohtaisena ajatuksena on osoittaa kuinka tämä funktio $p(z)$ muodostuu. (Laakso 1974, s. 25–26.)

Siirrytään tarkastelemaan tämän hedonisen hintafunktion määräytymistä ensin kuluttajan valinnan näkökulmasta. Kuluttajan valintaa tarkasteltaessa oletetaan, että kuluttaja ostaa ainoastaan yhden yksikön käsiteltävää tuotetta. Samalla oletetaan, että tuotteen ominaisuudet z_i ovat kaikki positiivisia ominaisuuksia eli että kuluttajat haluavat enemmän kulloistakin ominaisuutta. Tällöin hedoninen hintafunktio $p(z_1, \dots, z_n)$ on kasvava jokaisen muuttujan suhteen. Tämä funktio voi olla epälineaarinen, mikä onkin realistinen oletus asuntomarkkinoita tarkasteltaessa.

Kuluttajan hyötyfunktio on muotoa $U(x, z_1, \dots, z_n)$, missä x on muiden hyödykkeiden paitsi käsiteltävän hyödykkeen kulutus. Muuttujan x arvo asetetaan yhdeksi, jolloin x edustaa muiden hyödykkeiden arvoa kiinteillä hintatasoilla. Hyötyfunktion U oletetaan olevan konkaavi ja kahdesti derivoituva jokaisen muuttujan suhteen. Kuluttajan valintaongelma voidaan kirjoittaa tällöin muodossa:

$$\max U(x, z_1, \dots, z_n) \text{ s. t. } y = x + p(z), \quad (3.4)$$

missä y on kuluttajan tulotaso. (Laakso 1997, s. 26.) Vastaavasti siirryttäessä tarkastelemaan hyödykkeen tuottajia heidän oletetaan pyrkivän maksimoimaan voittojaan valitsemalla tuotantomääränsä M ja tuotteensa ominaisuudet z optimaalisesti yhtälöstä:

$$\pi = Mp(z) - C(M, z_1, \dots, z_n) \quad (3.5)$$

Yritysten oletetaan tuottavan vain yhdenlaatuista hyödykettä, eikä yhteistuotannon katsota olevan mahdollista. Yritykset tuottavat hyödykkeensä siis itsenäisesti. Tuotantolaitosten kokonaiskustannusfunktio on $C(M, z; \beta)$, missä β edustaa tuotantolaitosten eroja tuotantoteknologiassa, tuotannontekijöiden hinnoissa ja niin edelleen ja M ominaisuudet z sisältävien tuotteiden määrää. Kustannusfunktion oletetaan olevan konvekksi ja sen ensimmäisten derivaattojen tuotantomäärän ja jokaisen hyödykkeen ominaisuuden suhteen positiivisia. (Laakso 1997, s. 28–29.)

Rosenin (1974, s. 38 ja 42) mukaan yritysten optimissa:

$$p_i(z) = \frac{C_{z_i}(M, z_1, \dots, z_n)}{M}, \quad i = 1, \dots, n \quad ja \quad (3.6)$$

$$p(z) = C_M(M, z_1, \dots, z_n) \quad (3.7)$$

Sekä kuluttajien optimissa:

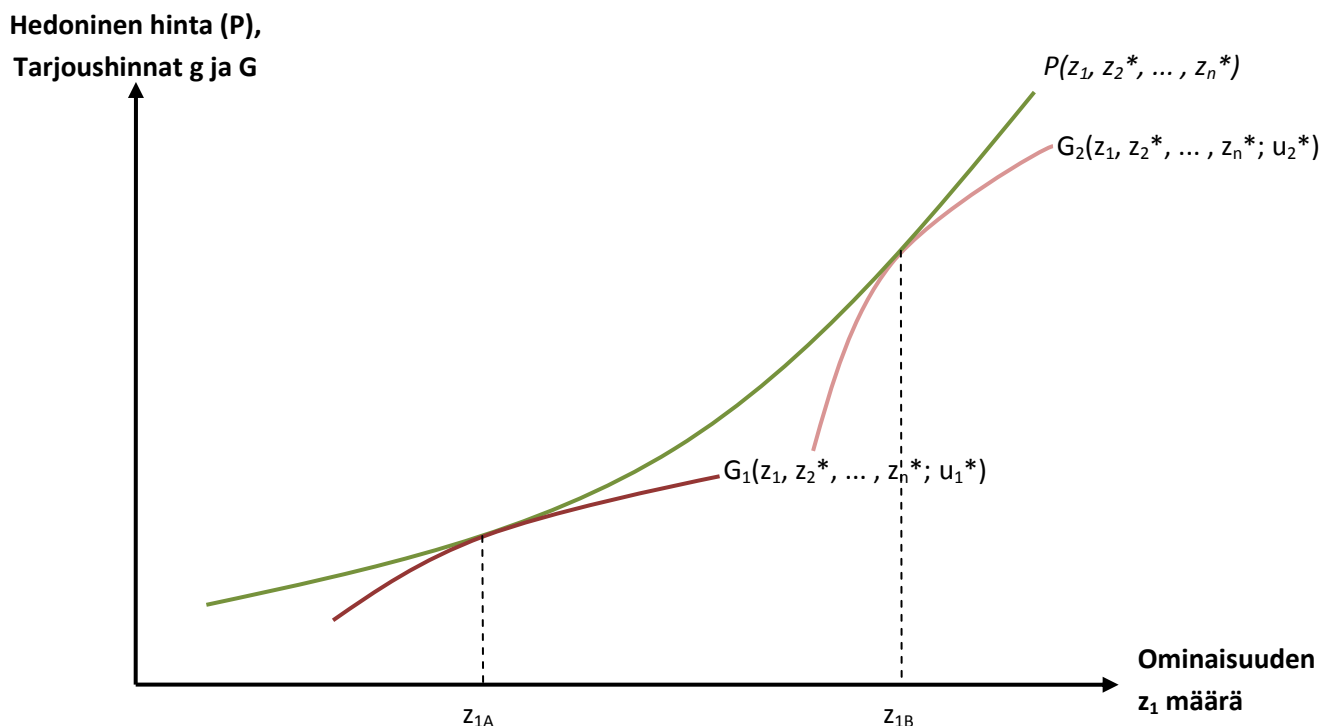
$$\frac{\partial p}{\partial z_i} = p_i = \frac{U_{z_i}}{U_x}, \quad i = 1, \dots, n \quad (3.8)$$

Toisin sanoen yritysten optimissa ominaisuuden i rajatulo vastaa sen rajakustannusta ja hyödykkeitä tuotetaan kunnes yksikköhinta $p(z)$ vastaa tuotannon rajakustannusta. Vastaavasti

kuluttajien optimissa jokaisen ominaisuuden rajahinta vastaa sen rajahyötyä ja kuluttaja saavuttaa optiminsa ostamalla tuotteen, jolla on optimaaliset määrät jokaista yksittäistä ominaisuutta.

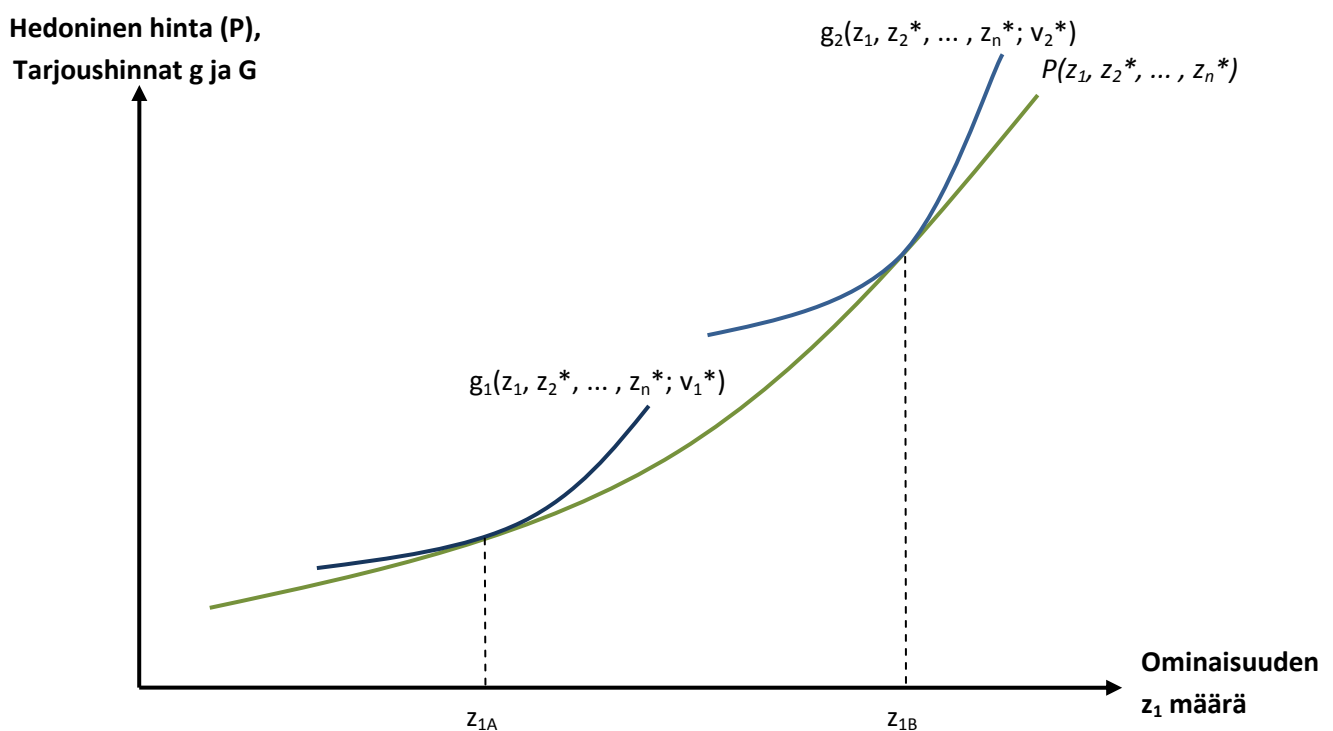
Rosenin (1974, s. 40) mukaan tarkastelua voidaan laajentaa kuluttajien osalta ottamaan huomioon myös kuluttajien vaihtelevat preferenssit. Kuluttajien hyötyfunktio saa tällöin muodon $U(x, z_i, \dots, z_n; \alpha)$, missä α on parametri tai parametrivektori, jonka arvot voivat vaihdella kuluttajien välillä. Asuntomarkkinoita tarkasteltaessa α voi pitää sisällään esimerkiksi lasten lukumäärän ja koulutustason.

Rosen (1974, s. 38–40 ja 42–43) muodostaa yrityksille ja kuluttajille myös tarjousfunktiot. Nämä tarjousfunktiot kuvaavat määritelmällisesti kuluttajien ja yritysten valmiutta maksaa hyödykkeen ominaisuuksista jollain hyöty- tai voittotasolla hyvin samaan tapaan kuin luvussa 2 tarkastellut tarjousvuokrafunktiot kuvasivat. Optimissa yritysten ja kuluttajien tarjousfunktiot sivuavat hedonista hintafunktiota. Tätä on havainnollistettu kuvioissa 3.1. ja 3.2. yhden ominaisuuden z_1 suhteen muiden ominaisuuksien ollessa jo optimitasolla. Kuvioissa 3.1. on esitetty kahden erilaisen kuluttajan tarjousfunktiot G_1 ja G_2 sekä hedoninen hintafunktio P . Kuviossa 3.2. taas on esitetty kahden erilaisen yrityksen tarjousfunktiot g_1 ja g_2 sekä jälleen hedoninen hintafunktio P .



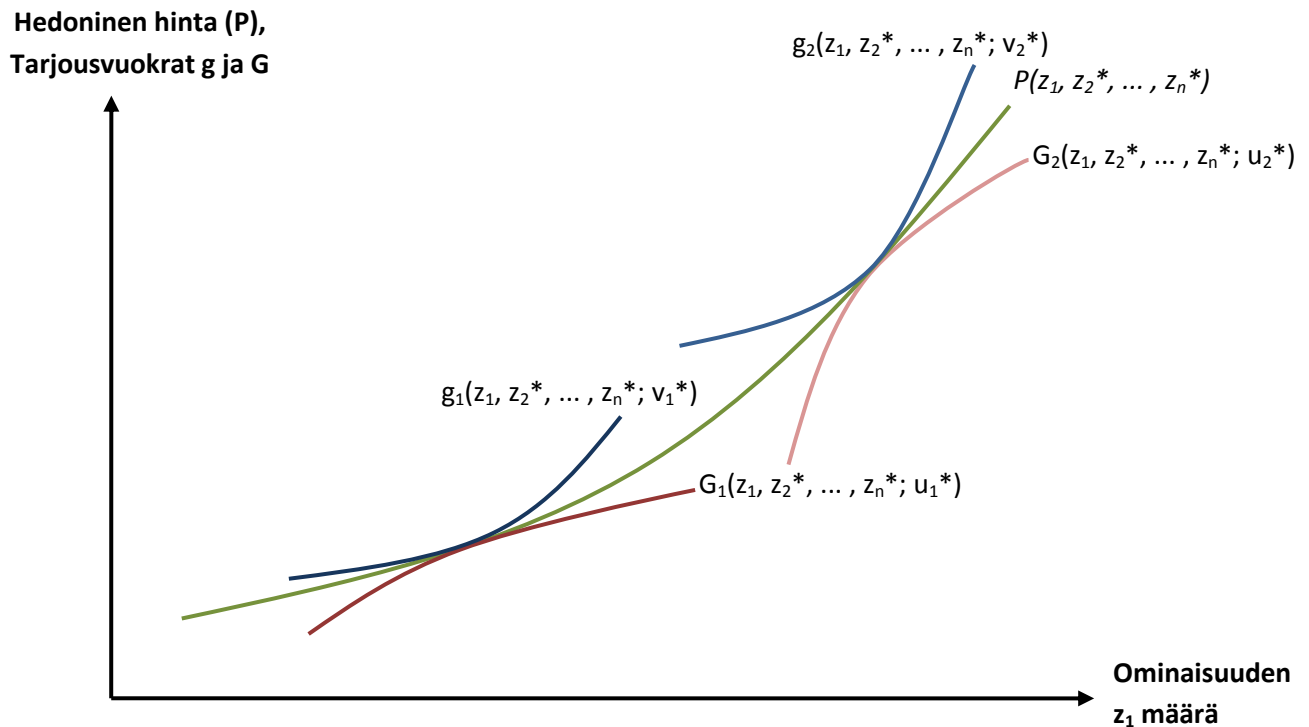
Kuvio 3.1. Kuluttajien optimaalinen valinta ominaisuuden z_1 suhteen

Kuviosta 3.1. nähdään, että erilaiset kuluttajat päätyvät kuluttamaan hyvinkin erilaiset määrät ominaisuutta z_1 . Kuluttajan yksi kannalta optimaalinen määrä on z_{1A} , ja kuluttajan kaksi kannalta se on z_{1B} . Vastaavasti myös tuottajat päätyvät valmistamaan tuotteita, joissa on hyvin erilaiset määrät ominaisuutta z_1 , mikä nähdään kuviosta 3.2. Jälleen tuottajan yksi kannalta optimaalinen määrä on z_{1A} , ja tuottajan kaksi kannalta se on z_{1B} . Etenkin kuvion 3.2. esittämä tulos on todella tärkeä hedonisten hintamallien teorian kannalta, sillä sen muodostamisessahan oletettiin markkinoilla olevan tarjolla laaja valikoima erilaisia tuotteita, joissa on vaihtelevat määrät eri ominaisuuksia.



Kuvio 3.2. Tuottajien optimaalinen valinta ominaisuuden z_1 suhteen

Tasapainossa kuluttajien ja yritysten tarjousfunktiot sivuavat toisiaan. Hedoninen hintafunktio muodostuu nyt kaikkien kuluttajien ja yritysten tarjousfunktioiden verhokäyränä (envelope). Tätä on havainnollistettu yhden ominaisuuden z_1 tapauksessa kuviossa 3.3. kahden eri kuluttajan ja yrityksen näkökulmasta. On tärkeää huomata, että kuluttajat, jotka arvostavat ominaisuutta z_1 hakeutuvat kuluttamaan sellaisen yrityksen hyödykkeitä, jotka panostavat tähän ominaisuuteen z_1 . Vastaavasti ne kuluttajat, jotka eivät erityisemmin arvosta ominaisuutta z_1 hakeutuvat kuluttamaan sellaisen yrityksen tuotteita, joiden tuotannossa ominaisuudella z_1 ei ole isoä painoarvoa.



Kuvio 3.3. Hedonisen hintafunktion määräytyminen tasapainossa

Kuviossa 3.3. kuluttaja yksi ei arvosta liiemmin ominaisuutta z_1 ja kuluttaja kaksi taas arvostaa tätä ominaisuutta hyvinkin paljon. Vastaavasti tuottaja yksi ei ole panostanut tuotannossaan ominaisuuden z_1 määrään, mutta tuottaja kaksi taas on erikoistunut siihen. Tämä tietynlaisten kuluttajien ja tuottajien hakeutuminen yhteen on tärkeä hedonisten hintamallien antama ennustus. Se myös tarkoittaa sitä, että hedoninen hintafunktio antaa oikean kuvan kuluttajien maksuhalukkuudesta ja yritysten rajakustannuksista ainoastaan niiden kuluttajien ja yritysten osalta, jotka ovat valinneet kulloisenkin tietyn ominaisuuden kulutuksen tason. Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että valtiovallan määrittämä ominaisuuden z_i minimitaso saa aikaan niiden kuluttajien hyötytason laskun, joiden ominaisuuden z_i optimimäärä oli alle asetetun minimitason. (McDonald & McMillen 2007, s. 208–212.)

Lyhyen aikavälin tasapainon yleisiä ehtoja ei Laakson (1997, s. 33) mukaan ole vielä johdettu, mutta esimerkiksi Rosen (1974, s. 44–48) tarkastelee lyhyen aikavälin tasapainon määräytymistä tietyissä erityistapauksissa. Myös Epplé (1987, s. 61–63) esittelee artikkelissaan Hedonic prices and implicit markets: estimating supply and demand functions for differentiated products yhden erityistapauksen, jossa lyhyen aikavälin tasapaino on voimassa. Rosenin (1974, s. 48) mukaan pitkän aikavälin tasapaino sen sijaan määräytyy täysin tarjonnan kautta.

Laakson (1997, s. 34–35) mukaan hedonista hintafunktiota ei voida kuitenkaan yleisesti ottaen johtaa kuluttajien hyötyfunktioista tai yritysten kustannusfunktioista. Vastaavasti myöskään kuluttajien hyötyfunktioita taikka yritysten kustannusfunktioita ei voida johtaa hedonisesta hintafunktiosta, vaikka se tiedettäisiinkin. Tämän vuoksi ekonometrisissa malleissa ongelma käännetään ympäri. Niissä lähdetään liikkeelle siitä olettamasta, että on olemassa tasapainohintafunktio $p(z)$, joka on jatkuva ja derivoituva kaikkien muuttujien suhteen. Tasapainossa jokaisen ominaisuuden z_i rajahinta vastaa sekä kuluttajien, että yrittäjien rajatarjousta, kuten kuviossa 3.3 esitettiin. Estimoitavina ovat tällöin yhtälöt:

$$p(z) = p(z_1, \dots, z_n) [\text{hedoninen hinta}] \quad (3.9)$$

$$p_i(z) = D_i(z_1, \dots, z_n, A) [\text{kysyntä}] \quad (3.10)$$

$$p_i(z) = S_i(z_1, \dots, z_n, B) [\text{tarjonta}] \quad (3.11)$$

Yhtälöissä A kuvaa kuluttajien eroavia preferenssejä ja vastaa täten aiemmin esiteltyä parametria α . B taas kuvaa yritysten eroavia tuotantoteknologioita ja vastaa täten aiemmin esiteltyä parametria β . Muuttujat $p_i(z)$ ja z_i ovat mallin kannalta endogeenisia ja muuttujavektorit A ja B ovat eksogeenisia. Näiden mallien tarkka ekonometrisen estimoinnin kuvaaminen ei kuitenkaan ole oleellista tämän työn kannalta. Sen sijaan seuraavaksi siirrytään tarkastelemaan hedonisten hintamallien empiirisiä ja teoreettisia ongelmakohtia.

3.4. Hedonisten hintamallien empiiriset ja teoreettiset ongelmat

Laakso (1997, s. 35–52 & 150) käsittelee tutkimuksessaan syvällisesti hedonisiin hintamalleihin liittyviä ongelmia. Monet näistä ongelmista liittyvät kuitenkin mallin kysyntä- ja tarjontafunktioiden määräytymiseen sekä niiden estimointiin, ja Laakson mukaan vain huomattavan pieni osuus hänen tarkastelemistaan hedonisia hintamalleja hyödyntävistä tutkimuksista tarkastelee näitä kysyntä- ja tarjontafunktioita. Sen sijaan nämä tutkimukset keskittyvät varsinaisen hedonisen hintafunktion estimointiin ja sen hyödyntämiseen. Tämän vuoksi seuraavassa Laakson tarkasteluun pohjaavassa tiivistelmässä on jätetty kysyntä- ja tarjontafunktioihin liittyvä kritiikki välistä. Lisäksi tarkastelussa keskitytään pääosin asuntomarkkinoiden mallintamiseen liittyviin ongelmiin.

Ensimmäinen ongelma liittyy hedonisten hintamallien komparatiivis-staattiseen tarkasteluun. Laakson mukaan muutokset, joiden vaikutusalue käsittää koko kaupunkialueen tai ainakin merkittävän osan siitä, saavat aikaan muutoksia myös hedonisessa hintafunktiossa. Tällöin hedoniseen hintafunktioon perustuva komparatiivis-staattinen analysointi antaa vääriä tuloksia tästä tarkastelun kohteena olevasta muutoksesta. Tällaiset isot muutokset voivat liittyä esimerkiksi kaupungin saastetasoihin tai toteutettuihin liikenneinvestointeihin, mikä on erityisen ongelmallista tämän työn kannalta. Kuitenkin jos muutoksen vaikutukset rajoittuvat kohtuullisen pienelle alueelle ja kotitalouksien liikkuminen kaupunkialueella on vapaata, voidaan hedonisen hintafunktion muutosten katsoa olevan marginaalisia.

Myös hedonisten mallien tasapainon muodostumista voidaan kritisoida, sillä siinä oletetaan ensinnäkin, että kaikki kuluttajat ovat täysin selvillä kaikkien asuntojen kaikista ominaisuuksista ja hinnoista. Toisekseen kaikkien kotitalouksien oletetaan sopeutuvan täysin uuteen tasapainoon aina, kun hinnat, tulot tai kotitalouksien koot tai preferenssit muuttuvat. Laakson mukaan asymmetrisen informaation ongelmat ovat merkittäviä asuntomarkkinoilla, mikä tekee ensimmäisen esitetyn oletuksen epäuskottavaksi. Lisäksi toinen mainittu oletama on selkeästi erityisen ongelmallinen asuntomarkkinoilla, sillä kotitalouksien on äärimmäisen hankala lisätä asuntojen kulutustaan vain hieman sopeutuakseen uuteen tasapainotilaan. Tämä johtuu esimerkiksi korkeista asunnon vaihtamiseen liittyvistä transaktiokustannuksista. Kotitalouksille ei myöskään usein löydy markkinoilta täysin optimaalista tuotetta, kuten mallit olettavat.

Mallien estimoiminen taas on haasteellista, koska hedonisten hintojen teoria ei ota kantaa erityisemmin kantaa mallien funktioiden funktiomuotoihin. Varsinkin asuntomarkkinoiden tapauksessa funktioiden ajatellaan olevan epälineaarisia, mutta tämän enempää teoria ei ota kantaa aiheeseen. Käytännössä siis tutkimuksissa estimoidaan useita erilaisia malleja, joiden soveltuvuutta tarkastellaan erilaisin menetelmin. Nämä erilaiset mallit antavat hyvinkin vaihtelevia tuloksia, kuten luvussa 4 tullaan näkemään. Myös malleihin valittavat muuttujat vaihtelevat todella paljon tutkimuksesta tutkimukseen. Hedonisten hintojen teorian näkökulmasta malleihin tulisi sisällyttää kaikki kuluttajien hyötyfunktion sisältämät muuttujat ja aiemmin käsitellyt kotitalouksien sijoittumisen tarkastelut antavat kohtuullisen lähtökohdan näiden muuttujien valintaan. Luonnollisesti myös tutkimuksen laajuus ja tarkoitus määrittää muuttujien valintaa.

Todellisuudessa kuitenkin käytettävissä olevat tilastot asettavat jälleen merkittäviä rajoituksia niin muuttujien valinnalle kuin tutkimusten vertailtavuudellekin.

Monista asuntoihin liittyvistä ominaisuuksista on myös haasteellista tai jopa mahdotonta saada luotettavia tilastoja. Näitä ominaisuuksia ovat esimerkiksi asuntojen ja niiden ympäristön laadulliset ominaisuudet. Lisäksi joidenkin muuttujien lukumääräinen mittaaminen on ongelmallista. Ekonometrisessa analyysissä törmätään usein myös multikollineaarisuuden ongelmaan, koska valtaosa kaupunkialueista leviää keskustasta ulospäin, jolloin alueen vanhimmat rakennukset sijaitsevat yleensä keskustassa. Tästä seuraa, että monet merkittävät muuttujat, kuten keskustaetäisyys, ovat riippuvia asuntojen iästä, mistä seuraa usein mainittu muuttujien multikollineaarisuus. Multikollineaarisuuden aiheuttamia ongelmia voidaan kuitenkin rajoittaa useillakin keinoilla, kuten yhdistelmämuuttujia hyödyntämällä. On toisaalta tärkeää huomata, että myös ulkoisvaikutukset korreloivat mallin muuttujien, kuten keskustaetäisyyden kanssa, jolloin tapa, jolla nämä vaikutukset otetaan malleissa huomioon, vaikuttaa estimointituloksiin voimakkaasti. Tämä tekee osaltaan eri tutkimusten vertailun hankalaksi. Yleensä ottaen muuttujien valinnassa on myös tehtävä kompromissi liian suuren muuttujamäärän ja liian pienen muuttujamäärän välillä. Iso muuttujajoukko tekee mallin tulkinnasta ja estimoinnista haasteellista, mutta liian pieni muuttujajoukko saattaa johtaa mallin virheelliseen spesifointiin.

Edellä esiteltyjen ongelmien lisäksi kritiikkiä voidaan esittää myös rationaalisten odotusten sekä asuntomarkkinoiden segmentoitumisen näkökulmista. Voidaan nimittäin ajatella, että kotitaloudet ja yritykset ottavat huomioon alueella tulevaisuudessa tehtävän muutokset, mikä vaikuttaa markkinahintoihin. Toisaalta voidaan myös kyseenalaistaa, onko järkevää olettaa, että suurella kaupunkialueella olisi vain yhdet asuntomarkkinat? Järkevämpi lähestymistapa olisi tällöin estimoida kaupunkialueen eri osille omat hedoniset hintafunktiot.

3.5. Hedonisten hintafunktioiden hyödyntäminen investointien vaikutusten arvioimisessa

Useat tutkijat ovat tutkineet hedonisten hintamallien hyödyntämistä julkisten investointien ja muiden paikallisten muutosten vaikutusten arviointiin (katso esimerkiksi Timothy J. Bartik 1988). Näiden menetelmien lähtökohta on, että nämä investoinnit ja muutokset ovat riippumattomia

kotitalouksien ja yritysten valinnoista. Lisäksi oletetaan, että täydelliseen kapitalisoitumiseen vaadittavat ehdot ovat toteutuneet. (Laakso 1997, s. 57.)

Käytännössä nämä menetelmät mittaavat muutoksia kuluttajien ja maanomistajien maksuhalukkuuksissa (willingness to pay, WTP) (katso esimerkiksi Vainio 1995). Bartik (1988) esittää artikkelissaan *Measuring the benefits of amenity improvements in hedonic price models* muutamia vaihtoehtoja näiden maksuhalukkuuksien muutosten hyödyntämiseen julkisten investointien vaikutusten mittaamiseen. Tämän työn kannalta mielenkiintoisin näistä vaihtoehtoista perustuu vuokrien kokonaismuutoksen mittaamiseen, sillä sen arvioiminen voidaan toteuttaa Bartikin (1988, s. 179) mukaan pelkän hedonisen hintafunktion avulla. Tällöin vältetään hedonisen hintamallin kysyntä- ja tarjousfunktioiden estimoinnin ongelmat.

Bartik (1988, s. 176–180) esittää tämän arviointiprosessin nelivaiheisesti. Ensimmäisessä vaiheessa maanomistajien voitot kasvavat investoinnin tai muun positiivisen muutoksen seurauksena. Toisessa ja kolmannessa vaiheessa maanomistajat sopeuttavat tarjontaansa ja kotitaloudet kulutustaan sekä sijaintiaan. Neljännessä vaiheessa hedoninen hintafunktio sopeutuu uuteen tasapainotilaan. Bartikin mukaan toisen ja kolmannen vaiheen yhteenlasketut vaikutukset voidaan olettaa pieniksi ja positiivisiksi sekä neljännen vaiheen vaikutukset olemattomiksi. Tällöin muutosta edeltävää hedonista hintafunktiota voidaan käyttää ensimmäisen vaiheen vaikutusten arvioimiseen. Bartikin mukaan näiden ensimmäisen vaiheen vaikutusten voidaan katsoa kuvaavan investoinnin tuottaman kokonaishyödyn ylärajaa. Laakson (1997, s. 231) mukaan yksittäisen kotitalouden näkökulmasta markkinahinnan muutokset eivät kuitenkaan välttämättä vastaa hyötytason muutoksia, sillä kotitalouksien tarjousfunktio ei ole sama kuin hedoninen hintafunktio (paitsi erityistapauksissa). Bartikin tarkastelun kannalta tämä tarkoittaisi sitä, että hänen käsittelemiensä toisen ja kolmannen vaiheen yhteenlasketut vaikutukset olisivatkin negatiiviset. On siis turvallisempaa olettaa, että edellä tarkasteltu hedonisen hintafunktion avulla laskettu kokonaishyöty yliarvioi todellisia hyötyvaikutuksia.

Hedonisten hintafunktion avulla estimoidut vuokramuutokset eivät myöskään välttämättä vastaa todellisia muutoksia vuokratasoissa, sillä investointi saattaa saada aikaan muutoksia myös hedonisessa hintafunktiossa, mikä vääristää saatuja tuloksia. Jos kuitenkin voidaan olettaa, että muutokset hedonisessa hintafunktiossa ovat vain marginaalisia, saadaan hedonisen hintafunktion

avulla hyvä arvio todellisista vuokrien muutoksista ja tällöin myös kokonaishyödyn muutoksista.
(Bartik 1988, s. 180–181.)

4. Kapitalisoitumisen ja hedonisten hintamallien empiria

4.1. Helsingin metron vaikutusten arviointi: Laakso (1997)

Tässä luvussa tarkastellaan ensin muutamaa julkisten liikenneinvestointien vaikutuksia käsittelevää tutkimusta esimerkkeinä käytännön tutkimustyöstä. Tarkoituksena ei ole niinkään käydä läpi koko laajaa aihetta käsittelevää tutkimuskenttää, vaan tutustua muutamaa tämän työn kannalta mielenkiintoiseen esimerkkitapaukseen.

Aloitetaan tarkastelu Seppo Laakson (1997) tutkimuksesta *Urban housing prices and the demand for housing characteristics*, jossa hän muun muassa pyrkii arvioimaan Helsingin metron aikaansaamien hyvinvointivaikutusten kapitalisoitumista maan ja asuntojen arvoihin hedonisten hintamallien avulla. Samalla hän ottaa lyhyesti kantaa myös kyseisen investoinnin kannattavuuteen. Laakson tutkimus on tämän työn kannalta erittäin hedelmällinen useastakin syystä. Se on aihealueen tutkimuksena äärimmäisen kattava, tilastoja myöten. Se on lisäksi kotimainen tutkimus, joka käsittelee yhtä harvoista kotimaisista liikenneprojekteista, jotka ovat laajuudeltaan suunnilleen samassa luokassa tämän tutkimuksen inspiraation lähteenä olleiden Tampereen raitiovaunuhankkeen ja Rantaväylän tunnelin kanssa. Tällöin on oletettavaa, että tutkimuksen havainnot ja ongelmat ovat luonteeltaan samankaltaisia kuin, mitä myöhemmin esitellyissä raitiovaunuhankkeen ja vähemmissä määrin myös tunnelihankkeen tarkasteluissa mahdollisesti kohdataan.

Laakso (1997) hyödyntää tutkimuksessaan Suur-Helsingin alueelta kerättyjä mikrotason tilastoja. Hänen mukaansa yhtenä tutkimuksen lähtökohdista oli muodostaa tutkimuksen pohjalle mahdollisimman luotettava ja laaja tilastoaineisto yhdistämällä tilastoja useista eri lähteistä. Tutkimuksessa käytettävät asuntojen hintatiedot jakautuvat kahteen eri kategoriaan: vuoden 1993 koko Suur-Helsingin aluetta käsitteleviin asuntojen hintatietoihin sekä vuosien 1980, 1985 ja 1989 Helsingin kaupungin aluetta käsitteleviin asuntojen hintatietoihin. Tietolähteenä toimii kaikissa tapauksissa verottajan asunto-osakkeiden kauppohenkilöstön leimaverotiedot, jolloin niissä ei ole mukana kiinteistökauppojen tietoja.

Laakson mallien selitettävänä muuttujana käytetään asuntojen kauppahintaa. Selittävät muuttujat taas jaetaan neljään eri kategoriaan: asunto- ja rakennuskohtaiset tiedot, sijaintia kuvaavat

mikrotason tiedot, aluetta kuvaavat tiedot sekä sijaintia kuvaavat makrotason tiedot. Kaikki nämä kategoriat sisältävät useita muuttujia ja yhteensä tutkimuksessa käytetään kymmeniä eri muuttujia. Liitteessä 5 on esitetty tavanomaisia tilastotietoja muutamien käytettyjen muuttujien osalta.

Laakso estimoit tutkimuksessaan yhdeksäntoista erilaista hedonista hintamallia, joiden selitysasteet vaihtelevat suunnilleen välillä 0,75–0,87. Kaikkien näiden mallien selittävänä tekijänä on kuitenkin asunnon kauppahinnan logaritmi. Asuntomarkkinat on jaettu tarkastelussa kahteen osaan keskustaetäisyyden mukaan, jotta hedonisten hintafunktioiden kritiikissä mainittu asuntomarkkinoiden eriytyminen tulee otettua huomioon. Ensimmäinen näistä alueista koostuu keskustasta 20 minuutin kulkuetäisyydellä olevasta alueesta eli käytännössä Helsingin ydinkeskustasta sekä lähimmistä Helsingin ja Espoon vanhoista lähiöistä. Toinen alue käsittää muun Suur-Helsingin.

Tarkastelun kohteena olevan metron rakennus alkoi vuonna 1971, ja Laakson tutkimuksen aikaan se kattoi noin 17 kilometrin pituisen matkan Ruoholahdesta Mellunmäelle. Laakson mukaan Helsingin metro on selkeästi Suomen merkittävin yksittäinen kunnallinen investointi ja tutkimuksen aikaan sen kustannukset olivat 4 500 miljoonan markan luokkaa ja se rahoitettiin lähes pelkästään kunnallisveroilla. Suur-Helsingin alueella taajamissa asuu Laakson mukaan noin 110 000 ihmistä alle kilometrin päässä lähimmältä metropysäkiltä ja keskustassa 100 000 ihmistä lisää. Lisäksi noin 25 000 ihmistä asuu kauempana asemista bussien liikennöimillä syöttölinjoilla. Esitetyissä luvuissa on laskettu mukaan tutkimuksen aikana vielä rakenteilla ollut Vuosaaren yhteys. Metro korvasi lähes kokonaan alueella aiemmin toimineet bussiyhteydet.

Laakso aloittaa varsinaisen vaikutusten arvioimisen kapitalisoitumisen edellytysten tarkastelulla. Hän kuvaa ensin kapitalisoitumisprosessia metron tapauksessa. Hänen mukaansa metro laskee matka-aikoja kaupungin keskustaan ja parantaa julkisen liikenteen palvelutasoa. Nämä muutokset kasvattavat kotitalouksien hyvinvointia, jolloin asumisen kysyntä kasvaa metron vaikutusalueella. Lopulta asumisen vuokrat kasvavat, kunnes kotitalouksien hyöty laskee aiemmalle tasolle. Laakso suhtautuu kuitenkin hieman varauksella siihen toteutuvatko kaikki kapitalisoitumisen ehdot, sillä metron vaikutusalueen voidaan arvioida kattavan noin 15 % koko Suur-Helsingin väestöstä ja 12 % asunnoista, jolloin on hänen mukaansa mahdollista, että investointi on täten saanut aikaan muutoksen alueen hedonisen hintafunktion tasapainotilassa.

Metron vaikutusten laskeminen pohjautuu Laakson tutkimuksessa vuoden 1993 rakennuskantaan ja huomioi kokonaisuudessaan 114 200 asuntoa. Näissä laskelmissa metron katsotaan vaikuttavan asuntojen hintoihin kahta eri kautta. Näistä ensimmäinen on etäisyys keskustaan ja toinen on etäisyys lähimmälle metropysäkille tai joukkoliikenteen syöttölinjalle. Kapitalisoitumisen laskemiseksi Laakso estimoii kaksi eri arvoa jokaiselle asunnolle, ensimmäisen vuoden 1980 liikennejärjestelmillä ja toisen vuoden 1998 liikennejärjestelmillä. Liitteessä 6 on esitetty laakson estimoimat rakennuskannan arvot ja niiden muutokset.

Laakson estimointien mukaan Helsingin metro sai kokonaisuudessaan aikaan noin 1 220 miljoonan markan suuruisen kapitalisoitumisvaikutuksen. Huomattavaa on kuitenkin, että asuntojen arvot nousivat eniten välittömästi metroaseman läheisyydessä ja asuntojen arvot jopa laskivat aseman välittömän vaikutusalueen ulkopuolella. Tämä tukee edellisessä luvussa esitettyä Starrettin (1981) varoitusta siitä, että investoinnin aikaansaamat arvonmuutokset eivät välttämättä ole kaikkialla positiivisia. Taulukossa annettujen lukujen lisäksi laakso arvioi yhden minuutin laskun matka-ajassa keskustaan saavan aikaan 1–1,5 % nousun asuntojen arvoissa.

Laakso tarkastelee työssään myös monipuolisesti, kuinka nämä asuntojen arvojen nousut ja laskut jakautuivat eri etäisyyksien välillä, sekä myöskin, kuinka ne jakautuivat asuntojen omistajien kesken. Hän kuitenkin huomauttaa, että eri mallit tuottivat hyvinkin vaihtelevan suuruisia tuloksia, jolloin todelliset rahamääräiset vaikutukset ovat hänen mukaansa välillä 900–1500 miljoonaa markkaa. Eri mallit antoivat hänen mukaansa erilaisia tuloksia etenkin metroasemiin mitattavan etäisyyden tapauksessa. Keskustaetäisyyden vaikutuksista sen sijaan saatiin vakaita tuloksia mallista riippumatta. On myös huomattava, että metroasemiin liittyi ennen niiden käyttöönottoa voimakkaita negatiivisia vaikutuksia. Metron tuottamat positiiviset saavutettavuusvaikutukset kuitenkin ylittivät nämä negatiiviset vaikutukset, kun metro viimein otettiin käyttöön. Laakson mukaan on myös tärkeää huomata, että laskelmissa käytetty hintataso vaikuttaa voimakkaasti saatuihin tuloksiin luultavasti siksi, että 1990-luvun alku oli Suomessa taloudellisesti hyvin epävakaa.

Laakson (1997, s. 256) mukaanhan metron rakennuskustannukset olivat kuitenkin 4 500 miljoonan markan luokkaa, joten hänen laskelmiensa mukaan metron hyödyt ovat jääneet huomattavasti sen kustannuksista jälkeen. Laakso kuitenkin huomauttaa, että hänen laskelmansa eivät välttämättä sisällä kaikkia metron hyötyvaikutuksia, ja tarkasteleekin vielä, mitkä metron vaikutuksista jäivät

mahdollisesti laskelman ulkopuolelle. Ensimmäinen näistä on muiden joukkoliikennetarkaisujen vaihtoehtoiskustannukset, joiden arvioiminen vaatisi Laakson mukaan huolellisen ja kattavan kustannushyötyanalyysin. Toinen on metron vaikutus vielä kaavoittamattoman maan arvoon. Kolmas liittyy muiden kuin asuinrakennusten arvojen muutoksiin. Näitä mitattaessa täytyy kuitenkin olla tarkkana siitä, mistä näkökulmasta investoinnin vaikutuksia mitataan, sillä kapitalisoitumisen tarkastelun yhteydessä todettiin yhteiskunnan hyötyjen kapitalisoituvan ainoastaan asuinrakennusten arvoon. Kuitenkin jos investoinnin vaikutuksia tarkastellaan Helsingin kaupungin näkökulmasta, on yritysten tilojen arvojen muutokset mielekästä ottaa huomioon, mikäli yritysten oletetaan olevan kaupungin ulkopuolisten tahojen omistuksessa. Neljänneksi kohdaksi Laakso nostaa vielä muutokset koko tarkastelualueen kattavissa ulkoisvaikutuksissa, kuten ilmansaasteissa. Tällaiset ulkoisvaikutukset eivät nimittäin ainakaan kokonaisuudessaan kapitalisoidu asuntojen hintoihin, kuten aiemmin todettiin.

Kokonaisuudessaan Laakson tutkimus on varsin antoisa ja sitä on hankala kritisoida, koska Laakso ennakoi mahdollista kritiikkiä hyvin. Sen sijaan tutkimus havainnollistaa hyvin kapitalisoitumishypoteesin ja hedonisten hintamallien ongelmia. Laadukkaallakin aineistolla hedonisia hintamalleja muodostettaessa joudutaan tekemään isoja päätöksiä valittavista funktiomuodoista ja käytettävistä muuttujista, eivätkä tulokset tällöin ole yleensä erityisen vertailukelpoisia muiden tutkimusten kanssa. Lisäksi hedonisten hintamallien hyödyntäminen esimerkiksi investointien vaikutusten tarkastelussa nojaa hintafunktion tasapainotilan vakauteen, jonka todettiin olevan kyseenalainen varsinkin asuntomarkkinoita tarkasteltaessa. Lisäksi isot investoinnit vaikuttavat hedonisten hintafunktioiden tasapainoon. Täydellisen kapitalisoitumisen ehdot taas ovat lähes tulkoon aina liian tiukat, jotta ne pätsivät todellisuudessa ja ongelmaa pahentaa se, ettei niiden toteutumista voi erityisemmin analysoida. Lisäksi tarkastelun ulkopuolelle jää usein monia tekijöitä, kuten Laakso käsittelynsä lopussa totesi.

Laakso palasi kuitenkin tarkastelemaan metron kokonaisvaikutuksia vuonna 2010 yhdessä Raisa Vallin, Bianca Byringin, Teuvo Leskisen ja Henna Teerihalmeen kanssa selvityksessä Raideliikenteen hyödyt. Selvityksen mukaan he estimoivat uudet arvot tapahtuneille muutoksille käyttämällä vuoden 2009 hintatietoja asunto- ja toimitilakannalle. Liikennejärjestelmän tiedot on säilytetty samoina kuin alkuperäisessä tutkimuksessa eli ne perustuvat vuosien 1980 ja 1998 tietoihin.

Hinnat on muutettu vastaamaan vuoden 2009 hintatasoa, mutta Matka-aikatiedot ovat vuosilta 1980 ja 1981.

Valli et al. (2010, s. 52) ilmoittavat laskelmiensa tulokseksi suunnilleen 1 500 miljoonan euron nousun vuoteen 2009 mennessä rakennetun kiinteistökannan arvossa. Asuntojen arvon nousun osuus annetusta luvusta on 1 200 miljoonaa euroa ja laskun 100 miljoonaa euroa. Selvitys ei erityisemmin keskity kuvaamaan, kuinka tutkimus tarkalleen suoritettiin, mutta koska se pohjautuu niin voimakkaasti aiempaan Laakson tutkimukseen, voidaan sen katsoa noudattavan suunnilleen samoja menetelmiä. Heidän mukaansa siis metron hyötyvaikutukset olisivat noin kuusinkertaistuneet aiempaan tutkimukseen nähden hieman riippuen käytetystä euron ja markan vaihtokurssista. Laskelmien tuloksiin on kuitenkin syytä suhtautua varauksella, koska niissä esiintyvät osittain samat ongelmat kuin aiemmassa Laakson tutkimuksessa, ja lisäksi esimerkiksi käytetyt matka-aikatiedot vaikuttavat kovin vanhoilta, ja siten niiden kuvaavuus on saattanut kärsiä. Valli et al. (2010, s. 52) huomauttavat myös, että asuntojen hinnan yleistä hintatasoa huomattavasti voimakkaampi kasvu vaikuttaa arvonnousuun yleisen hintatason nousun kautta.

Selvityksessä on laskettu myös metron kokonaiskustannukset ja niiden suuruudeksi arvioidaan noin 1 200 miljoonaa euroa. Huomattavaa onkin, että tämä uusi selvitys arvioi metron investointina huomattavan kannattavaksi siinä, missä aiempi tutkimus kertoi metron olleen tappiollinen. Tämä johtunee kuitenkin siitä, että Vallin et al. (2010, s. 52) mukaan noin 40 % arvonnoususta johtuu vuoden 1980 jälkeen toteutuneesta rakentamisesta. Lisäksi aiemmin esitellyissä vuoden 1997 laskelmissa ei ollut mukana liikekiinteistöjä, kuten niiden yhteydessä mainittiin. Tämän myöhemmän selvityksen anti tämän työn kannalta onkin se havainto, että Helsingin metron kaltaisen valtavan liikenneinvestoinnin vaikutukset jatkuvat pitkälle tulevaisuuteen, jolloin tämänkaltaisten investointien arviointi kapitalisoitumishypoteesia hyödyntämällä saattaa liian aikaisin toteutettuna antaa hyvinkin vääriä tuloksia.

4.2. Liikenteen melun vaikutusten arviointi: Sik Kim, Joong Park & Kweon (2007)

Edellisessä alaluvussa esitelty Laakson (1997) tutkimus ei luonnollisesti tarkastele kaikkia mahdollisia liikenneinvestointeihin liittyviä yksittäisiä ulkoisvaikutuksia, vaikka ottaakin kantaa Helsingin pääteiden aikaansaamiin kokonaisvaikutuksiin niitä ympäröivien asuinrakennusten

arvoissa. Yksi näistä käsittelemättä jääneistä ulkoisvaikutuksista on esimerkiksi liikenteen aiheuttama melu. Tämän luvun toisena tarkastelun kohteena onkin huomattavasti tuoreempi Kwang Sik Kimin, Sung Joong Parkin ja Young-Jun Kweonin (2007) artikkeli Highway traffic noise effects on land price in an urban area, jossa he tutkivat liikenteen aiheuttaman melun vaikutuksia maan arvoon Tokiossa hedonisten hintamallien avulla. Heidän artikkelinsa on luonteeltaan huomattavasti Laakson tutkimusta suppeampi, mutta tarjoaa kuitenkin hyvän esimerkin liikenneinvestointien negatiivisten ulkoisvaikutusten mittaamisesta.

Sik Kim, Joong Park ja Kweon (2007) keräsivät tutkimustaan varten alueellisia tilastoja Tokion sisäisen kehätien (Inner Circular highway) ympäristöstä. Nämä tilastot luokiteltiin sijainnin, alueen ja ympäristön mukaan. Tilastot käsittävät sisäisen kehätien ja sen ympäröivän alueen aina 500 metrin päähän valtatiestä. Tämä alue on jaettu 328 osaan. Tutkimuksen keskiössä olevan moottoritie on kuusi- tai kahdeksankaistainen sijainnista riippuen ja vuonna 2003 sitä käytti päivittäin keskimäärin noin 180 000 ajoneuvoa. Keskimääräinen nopeus moottoritien alueella oli suunnilleen 65 kilometriä tunnissa. Erityisen raskailta rekoilta moottoritien käyttö on kielletty. Moottoritie on jaettu tutkimuksessa kahdeksaan pätkään alueiden ominaisuuksien määrittämiseksi. Valtaosa moottoritietä ympäröivästä alueesta on kaavoitettu pääosin tai osittain kotitalouksien käyttöön. Kotitalouksien käyttämä alue on myöskin jaettu kolmeen osaan asuntotyyppin mukaan. Liitteessä 7 on annettu taulukko Sik Kimin, Joong Parkin ja Kweonin käyttämistä muuttujista. Osa näistä muuttujista jätettiin lopullisten mallien ulkopuolelle esimerkiksi multikollineaarisuuden välttämiseksi. Lopulliset mallit sisältävät 10 selittävää muuttujaa.

Sik Kim, Joong Park ja Kweon estimoivat neljä erimuotoista regressiomallia: lineaarisen, puolilogaritmisin (semilog), käänteisesti puolilogaritmisin (inverse semilog) ja molemmin puolin logaritmisin (double log). Kaikki nämä mallit selittävät hieman yli 50 % selitettävänä muuttujana toimivan maan hinnan vaihtelusta. Sik Kim, Joong Park ja Kweon hylkäävät kuitenkin heteroskedastisuuden vuoksi lineaarisen ja puolilogaritmisin mallin ja varsinaisessa tarkastelussa keskitytään molemmin puolin logaritmiseen malliin sen muita korkeamman selityssasteen takia.

Sik Kimin, Joong Parkin ja Kweonin estimointitulokset on annettu liitteessä 8. Heidän tutkimuksensa mukaan yhden prosentin nousu liikenteen melussa johtaa 1,3 % laskuun maan

arvossa. Käytännössä tämä tarkoittaa heidän laskujensa mukaan, että vuositasolla liikenteen melu aiheuttaa tarkastelualueella noin 347 tuhannen dollarin kustannukset kilometriä kohden.

Liikenteen melu on siis selkeästi merkittävä liikenneinvestointeihin liittyvä ulkoisvaikutus. Sik Kimin, Joong Parkin ja Kweonin tutkimus on kuitenkin hieman ongelmallinen. Ensinnäkin he joutuvat rajoittamaan tarkastelunsa ainoastaan omakotitaloihin ja rivitaloihin, koska he pyrkivät näin välttämään markkinoiden segmentoitumiseen liittyvät ongelmat, joita käsiteltiin hedonisten hintamallien ongelmia käsittelevän alaluvun loppupuolella. Myös heidän käyttämiensä muuttujien vähyyttä voitaisiin kritisoida, mutta ottaen huomioon tutkimuksen laajuuden, ei tämä välttämättä ole erityisen suuri ongelma. Muuttujien vähyys on kuitenkin saattanut vaikuttaa osaltaan myös mallien selitysvoimaan, mikä on kaikkien mallien tapauksessa melko alhainen verrattuna esimerkiksi Laakson mallien selitysvoimaan. Lisäksi artikkelissa ei ole otettu juurikaan kantaa siihen, kuinka uskottavia käytetyt maan arvon tilastot ovat, ja mikäli asuntojen hinta toimisi parempana selitettävän muuttujana. Artikkelin ei myöskään selitä, kuinka liikenteen melun katsotaan siirtyvän maan arvoon esimerkiksi kapitalisoitumisen kautta. Puutteistaan huolimatta esittää artikkeli kuitenkin yhden verrattain vaivattoman tavan liikenneinvestointeihin liittyvien ulkoisvaikutusten mittaamiselle.

Näiden muutaman käsitellyn tutkimuksen ulkopuolelle on jäänyt luonnollisesti merkittävä joukko aihealueen tutkimuksia. Osaltaan tämä johtuu niissä käytetyistä tämän työn laajuuden ylittävistä tutkimusmenetelmistä. Yksi harmittava esimerkki tällaisista tutkimuksista on Matti Vainion (1995) väitöskirja *Traffic noise and air pollution: valuation of externalities with hedonic price and contingent valuation methods*, jossa hän tarkastelee liikenteen aiheuttaman melun ja ilmansaasteiden vaikutuksia Helsingissä. Seuraavaksi siirrytään kuitenkin tarkastelemaan, kuinka kapitalisoitumista ja hedonisia hintamalleja voitaisiin mahdollisesti hyödyntää aivan työn alussa esiteltyjen Rantaväylän tunnelin ja Tampereen raitiotien vaikutusten arvioinnissa.

4.3. Tampereen seudun paikalliset liikenneinvestoinnit

Kuten jo johdannossa todettiin, on Tampereen seudulla viritteillä tai jo rakenteilla useita liikenneinvestointeja. Tämä on täysin luonnollista kaupunkialueen tavanomaisen kasvun kannalta, mutta kaupunkitalouden teorioiden näkökulmasta se jo itsellään asettaa erilaiset tasapainon käsitteet hataralle pohjalle, kuten jo luvussa 2 todettiin. Myöskin eri investointien ajallinen ja

paikallinen päällekkäisyys asettaa haasteita niiden vaikutusten tarkastelulle tai vähintäänkin tämä on hyvä tiedostaa tutkimusta tehtäessä. Lisäksi investoinnit aiheuttavat rakennusaikanaan useita erilaisia haittavaikutuksia, jotka otetaan kyllä usein huomioon etukäteisarvioissa, mutta jotka eivät välttämättä välity jälkikäteisarviointeihin muuten kuin sivumainintana painoarvon ollessa pitkän aikavälin tasapainon tarkasteluissa. Seuraavassa otetaan tarkemmin kantaa kapitalisoitumishypoteesin ja hedonisten hintamallien hyödyntämiseen kahden tällä hetkellä merkittävimmän liikenneinvestoinnin, Rantaväylän tunnelin ja Tampereen raitiotien näkökulmasta. Tätä ennen on kuitenkin hyvä tutustua hyvin pintapuolisesti liikenneinvestointien etukäteisarviointiin.

Ennen liikenneinvestointia tehtävissä hyötykustannuslaskelmissa pyritään selvittämään kaikkien liikenteen käyttäjien matkavastussäästöjen nykyarvoa. Tämä matkavastus koostuu palvelun hinnasta sekä siihen liittyvistä palvelutasotekijöistä, kuten matka-ajasta ja matkustusmukavuudesta (katso esimerkiksi Valli et al. 2010). Menetelmä on siis lopulta yllättävän samankaltainen kuin, mitä käytetään luvussa 2 esitellyn maan markkina-arvon selvittämiseen. Tämä myös tekee hyötykustannuslaskelmien ja kapitalisoitumislaskelmien yhteyden kovin ilmeiseksi. Hyötykustannuslaskelmat siis pyrkivät mittaamaan kuluttajien (ja yritysten) kokemaa hyödyn muutosta ja kapitalisoituminen taas mittaa tämän hyödyn siirtymistä maan ja kiinteistöjen arvoihin. Valli et al. (2010, s. 46) kuitenkin listaavat joukon syitä, miksi nämä laskelmat saattavat erota toisistaan:

- liikenteen käyttäjämäärät saatetaan arvioida eroavasti,
- kyseisen liikenneyhteyden käyttäjien preferenssit matka-ajan suhteen arvotetaan väärin,
- lisärakentaminen ja sen vaikutukset otetaan huomioon eroavasti,
- mallien muuttujia ei ole valittu riittävän tarkasti,
- kiinteistöjen hintojen kehitys ja yleisen hintatason kehitys poikkeavat toisistaan,
- ongelmat nykyarvolaskennassa käytetyissä diskonttauskoroissa.

Monet näistä ongelmista ovat selkeästi samoja kuin, mihin törmättiin jo teorian ja aiempien tutkimusten tarkastelun yhteydessä. Käytännössä ongelmat kiteytyvät jälleen tilastojen valintaan ja käsittelyyn sekä laskelmissa käytettyjen muuttujien ja arvojen valintaan. Tärkeää on siis perehtyä hyvin syvällisesti kulloiseenkin tarkastelun kohteeseen ennen varsinaisten laskelmien

toteuttamista oli kyseessä sitten etukäteen toteutettava hyötykustannuslaskelma tai jälkikäteen toteutettava laskelma eroista kiinteistöjen ja maan arvoissa.

4.3.1. Rantaväylän tunneli

Rakenteilla olevan Rantaväylän tunnelin kustannukset ovat Rantatunnelin allianssiurakan hankesuunnitelman (2013, s. 17) mukaan noin puolet Tampereen raitiotien suunnitelluista kustannuksista eli noin 180 miljoonaa euroa. Se siirtää valtatie 12 kulkemaan välin Santalahti–Naistenlahti uutta linjaa pitkin tunnelissa. Hanke toteutetaan yhteistyössä usean eri toimijan kanssa ja Suomen valtio kattaa osan hankkeen kustannuksista. Tämä on ensimmäinen tärkeä huomio hankkeen vaikutusten kapitalisoitumista tarkasteltaessa, sillä tämän työn kolmannessa luvussahan todettiin yhteiskunnan ja hankkeen toteuttavan tahon hyötyjen kapitalisoituvan eri kohteisiin. Nyt koska Suomen valtio on mukana hankkeen rahoittamisessa, on syytä pohtia, tulisiko hankkeen vaikutuksia tarkastella yhteiskunnan näkökulmasta eli pelkkien asuntojen arvomuutosten kautta vai Tampereen kaupungin näkökulmasta eli kaikkien kiinteistöjen arvomuutosten kautta.

Rantatunnelin allianssiurakan hankesuunnitelma (2013, s. 7) asettaa hankkeelle useita erilaisia tavoitteita koskien liikennejärjestelmää, maankäyttöä, keskustan elinvoimaisuutta, ympäristöä ja muutoksen kohteena olevaa valtatieta. Kapitalisoitumishypoteesin ja hedonisten hintamallien näkökulmasta oleellisimpia näistä ovat tavoite ohjata liikennettä pois keskustasta, tavoite parantaa liikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta, tavoite vähentää liikenteen aiheuttamia erilaisia negatiivisia ulkoisvaikutuksia sekä tavoite vapauttaa maa-aluetta rakennuskäyttöön. Käydään nämä tavoitteet seuraavaksi yksitellen läpi.

Rantaväylän tunnelin vaikutusten arviointi on erityisen haasteellista tavanomaisin kaupunkitalouden teorioin, sillä sen yhtenä tavoitteena on ohjata liikennettä pois keskustasta. Tämän työn aikana on useasti painotettu keskustaetäisyyttä mallien keskeisenä selittävän tekijänä ja varsinkin liikenneinvestoinneissa tämä tuntuu mielekkäältä. Tarkastelun kohteena olevan investoinnin tapauksessa keskustaetäisyys ei kuitenkaan välttämättä osoittaudu sopivaksi selittäväksi muuttujaksi. Sen sijaan saattaisi olla parempi tarkastella etäisyyttä muihin oleellisiin Tampereen työpaikkakeskittymiin. Tavoitteeseen liittyy myös toinenkin ongelma ja se koskee tien käyttäjiä, joista Rantatunnelin allianssiurakan hankesuunnitelman (2013, s. 7) mukaan merkittävä

osa on ulkopaikkakuntalaisia. Tällöin hankkeen todellisten vaikutusten selvittämiseksi tulisi tarkastelualueen kattaa myös vähintäänkin lähikunnat, mikä on jälleen tilastollisessa mielessä ongelmallista.

Seuraava liikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta koskeva tavoite sen sijaan on kohtuullisen vaivatonta sisällyttää hedonisiin hintamalleihin. Tämä vaatii luonnollisesti jälleen laadukkaita tilastoja, jotka sisältävät esimerkiksi alueella tapahtuneet onnettomuudet. Luonnollisesti tutkimusta toteutettaessa täytyy tehdä myös valinta käytettävästä liikenteen sujuvuuden mittarista. Kolmas tavoite sen sijaan on jälleen hieman haasteellisempi, sillä ulkoisvaikutusten mittaamiseksi on usein haasteellista muodostaa sopivia muuttujia. Toki esimerkiksi melun tapauksessa tämä onnistuu melko vaivattomasti, kuten aiemmin todettiin. Sen sijaan esimerkiksi ilmansaasteisiin liittyy monia ongelmia, joista yksi on luvussa 3 mainittu saasteiden laaja vaikutusalue, mikä vääristää hedonisilla hintamalleilla saatuja tuloksia.

Neljänteen tavoitteeseen taas liittyy ajallinen ongelma. Vapautuvan rakennusmaan käyttö nimittäin tuskin tapahtuu välittömästi, jolloin kiinteistöjen ja maan arvosta ei välttämättä ole pitkään aikaan saatavilla uskottavia tilastoja. Ongelma havainnollistui erityisen selkeästi aiemmin käsitellyssä Laakson tutkimuksessa, jossa alkuperäiset laskelmat aliarvioivat merkittävästi Helsingin metron hyötyjä. Tässä tapauksessa ongelma ei kuitenkaan välttämättä ole yhtä vakava, sillä hankkeen on tarkoitus vapauttaa maa-alaa alueelta, jolla on jo valmista rakennuskantaa, mitä voidaan mahdollisesti hyödyntää vaikutusten arvioinnissa.

Jo tavoitteidensa puolesta Rantaväylän tunneli on siis kovin ongelmallinen tarkastelukohde kapitalisoitumisen ja hedonisten hintamallien näkökulmasta. Parempi tutkimustavoite saattaisikin olla yksittäisten tavoitteiden vaikutusten mittaaminen investoinnin kokonaisvaikutusten sijaan hieman Sik Kimin, Joong Parkin ja Kweonin tutkimuksen tapaan. On kuitenkin hyvä huomata, että ilman tarkempia tilastoja ja niiden analysointia hedonisten hintamallien soveltuvuudesta Rantaväylän tunnelin vaikutusten mittaamiseen on hankala sanoa paljoakaan. On oletettavaa, että käytettävissä olevat tilastot rajoittaisivat merkittävästi käytettävissä olevien muuttujien valintaa. Lisäksi tarkastelualue saattaisi olla mielekästä jakaa vähintäänkin kahteen osaan markkinoiden segmentoitumisen vuoksi varsinkin, jos tarkasteluun otetaan mukaan lähikunnat. Lopuksi voidaan kuitenkin vielä tarkastella täydellisen kapitalisoitumisen uskottavuutta Rantaväylän tunnelin tapauksessa.

Luvussa 3 esitettiin neljä ehtoa investoinnin täydellisen kapitalisoitumisen tapahtumiseksi. Ensimmäinen ehto koski kotitalouksien vapaata liikkuvuutta. Tämä on nyky-yhteiskunnassa sinällään realistinen oletus, mutta luonnollisesti erilaiset transaktiokustannukset rajoittavat tätä, kuten jo kapitalisoitumisen teorian ohella todettiin. Saattaisi olla myös mielekästä tutkia asuntojen ja liikekiinteistöjen saatavuutta Tampereen seudulla tarkemman kuvan saavuttamiseksi. Toinen ehto taas vaati investoinnin vaikutusalueen olevan rajattu ja Rantaväylän tunnelin tapauksessa tämän ehdon voidaan katsoa täyttyvän ainakin joiltain osin. Ongelmaksi muodostuvat jälleen jo aiemmin mainitut ulkopaikkakuntalaiset, jotka laajentavat investoinnin vaikutusaluetta merkittävästi. Kolmannen ehdon mukaan taas kaupunkialueella tulee olla tarpeeksi kotitalouksia, joilla on tarpeeksi yhtenevät preferenssit. Tämänkin ehto toteutuu Rantaväylän tunnelin kannalta luultavasti hieman puutteellisesti jo pelkästään hankkeen saamasta vastustuksesta päätellen. Tämänkin selvittämiseksi olisi mahdollisesti hyvä suorittaa esimerkiksi kyselytutkimus hankkeen valmistuttua. Neljäs ja viimeinen ehto taas käsitteli yritysten markkinoillepääsyä sekä pitkän aikavälin tasapainoa. Pitkän aikavälin tasapainon uskottavuus kumottiin jo luvussa 2, mutta yritysten markkinoillepääsyn sen sijaan voidaan katsoa olevan verrattain vapaata. Kokonaisuudessaan täydellinen kapitalisoituminen siis tuskin on uskottava oletus, mutta suhteessa muihin liikenneinvestointeihin Rantaväylän tunneli ei varsinaisesti ole erityisen ongelmallinen tapaus.

4.3.2. Tampereen raitiotie

Viimeistään edellisessä alaluvussa huomattiin, kuinka ongelmallista hedonisten hintamallien ja kapitalisoitumishypoteesin hyödyntäminen liikenneinvestointien vaikutusten arvioimisessa on. Rantaväylän tunneliin kuitenkin liittyy myös paljon kiehtovia tutkimuskohteita, joten monet ongelmista voidaan katsoa vain haasteiksi, sillä hanke ei varsinaisesti ole mitenkään erityisen ongelmallinen suhteessa muihin vastaaviin tutkimuskohteisiin, kuten edellisen alaluvun lopussa todettiin. Suoritetaan seuraavaksi vielä samankaltainen tarkastelu Tampereen raitiotielle.

Aloitetaan tarkastelu hieman epäsuorasti katsahtamalla melko tuoretta Sara I. Mohammadin, Daniel J. Grahamin, Patricia C. Melon ja Richard J. Andersonin (2013) raideinvestointitutkimuksista tekemää meta-analyysiä A meta-analysis of the impact of the rail projects on land and property values. Heidän läpikäymiensä tutkimusten tulokset on esitetty liitteessä 10. Liitteestä nähdään selkeästi, että raideinvestointien aikaansaamat muutokset kiinteistöjen ja maan arvoissa

vaihtelevat valtavasti eri tutkimuksien välillä. Mohammed et al. antavat tälle vaihtelulle useita syitä lähtien kulttuurieroista aina muuttujien ja aineistojen valintaan. Heidän tutkimuksestaan käy kuitenkin jälleen selväksi, että jokainen investointi täytyy käsitellä yksilöllisesti sekä investoinnin toteuttajan, että myös tutkijoiden näkökulmasta. Tämä on hyvä pitää mielessä, kun seuraavaksi ruvetaan käsittelemään tarkemmin Tampereen raitiotien vaikutusten arvioinnissa mahdollisesti kohdattavia ongelmia.

Tampereen raitiotien kustannuksiksi on arvioitu reilut 300 miljoonaa euroa, kuten johdannossa todettiin. Sen on tarkoitus kulkea Hervannasta Lentäväniemeen Keskustorin kautta. Myös erillinen linja Tampereen yliopistolliseen sairaalaan on suunnitteilla. Tarkat reittivalinnat ovat kuitenkin vielä mietinnässä. Liitteessä 9 on kuitenkin esitetty yksi mahdollinen Tampereen raitiotien reittivaihtoehto sekä mahdollisten pysäkkien vaikutusalueet. Näihin vaikutusalueisiin palataan tarkemmin hieman myöhemmin. Myös tähän hankkeeseen on tarkoitus saada osa rahoituksesta valtiolta, mikä johtaa tarkastelun kannalta jälleen valintaan koko yhteiskunnan ja Tampereen vaikutusten arvioimisen välillä.

Tampereen ja Turun ensimmäisen vaiheen yleissuunnitelma tavoiteasettelussa (2013) Tampereen raitiotielle asetetut tavoitteet jaetaan viiteen kategoriaan: liikennepoliittiset tavoitteet, yhdyskuntarakenteelliset tavoitteet, arjen sujuvuus, ympäristölliset tavoitteet sekä taloudelliset tavoitteet. Näihin kategorioihin sisältyy kahdeksan päätavoitetta ja kahdeksan osatavoitetta ja ne ovat pääpiirteittäin hyvin samankaltaisia kuin edelle tarkastellun Rantaväylän tunnelin tapauksessa. Tavoitteena on vähentää liikenteen haitallisia ulkoisvaikutuksia sekä kasvattaa turvallisuutta. Tavoitteena on myös ohjata kasvualueita joukkoliikenneväylien ääreen, mikä tarkoittaa kattavaa joukkoliikenneverkostoa. Tämä kasvattaa myös liikkumisen sujuvuutta. Tarkoituksena on lisäksi taata mukava matkustuskokemus sekä miellyttävät pysäkkiympäristöt.

Kapitalisoitumishypoteesin ja hedonisten hintamallien näkökulmasta tavoite liikenteen haitallisten ulkoisvaikutusten vähentämisestä on jälleen melko suoraviivaista ottaa huomioon, mutta kuten aiemmin todettiin, se tuo mukanaan vaatimuksia käytettäville muuttujille. Sen sijaan toinen tavoite kattavasta joukkoliikenneverkostosta tuottaa epäsuorasti hyvinkin suuren ongelman investoinnin vaikutusten arvioimiselle. Tampereen Raitiotien yleissuunnitelman (2014, s. 5) mukaan raitiotien suunnitellulla vaikutusalueella asuu nykytilanteessa 108 700 asukasta. Lisäksi tällä vaikutusalueella sijaitsee yhteensä noin 65 200 työpaikkaa. Tämä tarkoittaa, että raitiotie

palvelisi liki puolia Tampereen asukkaista. Tämä tarkoittaa lähes väistämättä sitä, että hanke saa aikaan muutoksia alueen hedonisessa hintafunktiossa, mikä johtaa estimointitulosten vääristymiseen. On tärkeää huomata, että Laakso (1997) oli huolissaan jo 15 % kattavuudesta, jolloin 50 % kattavuus tulee vääristämään tutkimustuloksia todella merkittävästi. Tätä voidaan kuitenkin kenties lieventää tarkastelemalla lyhyempiä rataosuuksia niiden valmistuessa ennen muiden yhteyksien käyttöönottoa.

Tampereen raitiotien tapauksessa tavoite paremmasta saavutettavuudesta on kuitenkin huomattavasti mielekkäämpi tarkastelun kohde kaupunkitalouden teorioiden näkökulmasta kuin Rantaväylän tunneli. Raitiotie nimittäin selkeästi helpottaa keskustan saavutettavuutta, jos ei ajallisesti niin luultavasti ainakin matkanteon miellyttävyyden näkökulmasta. Myös tavoite miellyttävistä pysäkkiympäristöistä on tärkeää huomata, sillä toteutuessaan se luultavasti johtaa kasvaneisiin maan ja kiinteistöjen arvoihin. Mohammad et al. (2013, s. 162) nimittäin esittää, että yksi merkittävä syy raideinvestointien aiheuttamiin negatiivisiin arvomuutoksiin oli asemien kasvattama turvattomuuden tunne.

Lähtökohtaisesti Tampereen raitiotie on siis mielekkäämpi sovelluskohde hedonisille hintamalleille ja kapitalisoitumishypoteesille kuin Rantaväylän tunneli. Huomattava ongelma on kuitenkin investoinnin laajuus, mikä väistämättä vääristää tutkimustuloksia. Toisaalta varsinaisen tutkimuksen toteuttamisen pitäisi olla suoraviivaisempaa, vaikka tavalliset ehdot laadukkaista tilastoista pätevätkin. Rantaväylän tunneliin verrattuna on myös huomioitava, että Tampereen Raitiotien yleissuunnitelman (2014, s. 14) mukaan yleinen mielipide raitiotiehankeesta on ollut positiivinen, mikä viittaisi siihen, että kaupunkialueen asukkaiden preferenssit hankkeen suhteen ovat melko yhtenäiset. Tämä tarkoittaa sitä, että kapitalisoitumisen ehdot ovat tämän suhteen paremmin kunnossa. On kuitenkin oleellista huomata, että kattava tutkimus tämän raideinvestoinnin vaikutuksista voidaan tehdä vasta kymmenien vuosien kuluttua projektin valmistuttua ja hintojen sopeuduttua.

5. Johtopäätökset

Julkisen sektorin investointien vaikutuksia on yleensä hankala mitata, sillä niihin liittyy lähes poikkeuksetta merkittäviä ulkoisvaikutuksia, niin positiivisia kuin negatiivisiakin. On kuitenkin erittäin tärkeää pyrkiä löytämään keinoja näiden vaikutusten arvioimiseen, jotta saatuja tietoja voitaisiin hyödyntää tulevaisuuden poliittisessa päätöksenteossa. Tämän eteen tehty työ ei kuitenkaan ole mutkatonta, kuten tässä tutkimuksessa on havaittu. Yhtenä suurimmista ongelmista on mielestäni eri mallien ja menetelmien antamien tulosten ongelmallinen vertailukelpoisuus aiempien saman aihealueen tutkimusten kanssa. Tämä ongelma esiintyy niin kapitalisoinnin kuin hedonisten hintamallienkin yhteydessä. Yksinkertaisemmat tarjousvuokramallit saattaisivat tarjota yhtenäisempiä tuloksia, mutta niiden ongelmana on hyvien tilastojen harvinaisuus ja mallien rajallinen kuvaavuus.

Toisaalta laadukkaissakin tilastoissa törmätään moniin ongelmiin. Hedonisten hintamallien tapauksessa aineistojen muuttujat korreloivat usein voimakkaasti keskenään ja kapitalisoinnin asteesta ei tilastojen perusteella voida sanoa paljoakaan. Lisäksi hedonisten hintamallien empiiriseen hyödyntämiseen liittyy paljon epävarmuutta, koska oikeista funktiomuodoista ja sopivista muuttujista ei ole alalla selkeää yhteisymmärrystä.

Kaikista puutteistaankin huolimatta hedoniset hintamallit ovat todella yleisessä käytössä, mikä takaa, että niiden tutkimustyö tulee etenemään. Toivottavasti tämä johtaa myös yhtenäisempiin ja vertailukelpoisempiin tutkimustuloksiin. Hedonisten hintamallien selkeä etu on, että niitä on verrattain vaivatonta käyttää empiirisessä tutkimuksessa. Niiden avulla voidaan lisäksi tarkastella monimutkaisiakin kysymyksiä ja ottaa huomioon monipuolisesti tarkasteluun liittyviä muuttujia. Suurin haaste näiden hedonisten hintamallien hyödyntämisessä liittyy sopivien tilastojen kasaamiseen sekä mallien spesifointiin.

Kapitalisoinnissa tärkeintä on taas tiedostaa sen olemassaolo. Yllättävän monet investointien vaikutuksia tai yleisesti ulkoisvaikutuksia tutkivista artikkeleista eivät ota kantaa kapitalisointiin vaan olettavat suoraan yhteyden asuntojen tai maan arvon sekä mielenkiinnon kohteen välillä. Kapitalisointihypoteesi sen sijaan esittää perustelun tälle yhteydellä, mutta asettaa samalla rajoitteet tämän yhteyden olemassaololle. Kapitalisoituminen

on siis käsite, joka on hyvä pitää mielessä investointien vaikutuksia tarkasteltaessa ja se saattaa auttaa selittämään eroja eri tutkimusten välillä.

Myös tämän tutkimuksen alussa käsitelty maankäytön ja maan arvon aikaiset teoriat ovat edelleen varsin käyttökelpoisia. Ne antavat ennen kaikkea hyvän vertailukohdan monimutkaisemmille malleille, mutta niillä on myös yllättävän paljon selitysvoimaa nykyäänkin, kunhan vain sopivia tilastoja maan arvosta on löydettävissä.

Vaihtoehtoiakin lähestymistapoja julkisten investointien vaikutusten selvittämiseen on toki olemassa. Yksi tällainen on esimerkiksi Vainion (1995) väitöskirjassaan hyödyntämät kyselytutkimukset (contingent valuation methods). Näiden vaihtoehtoisen lähestymistapojen tarkempi selvittäminen voisi olla hedelmällistä ennen varsinaista empiiristä tutkimusta. Luonteva empiirisen tutkimuksen kohde taas olisi tämän tutkimuksen lähtökohtana toiminut Tampereen raitiotiehanke. Sen toteuttaminen ei kuitenkaan tule olemaan hetkeen ajankohtainen, sillä suurien liikenneinvestointien vaikutukset jakautuvat usein todella pitkälle ajanjaksolle investointien kannustaessa uusia rakennushankkeita. Lisäksi raitiotiehankkeen laajuus tulee väistämättä vääristämään tutkimustuloksia alueen hedonisen hintafunktion muutosten kautta.

Ajankohtaisempi tutkimuskohde saattaisi siis olla Rantaväylän tunneli, jonka vaikutusalueen pitäisi olla suhteessa pienempi, vaikka kokonaisuudessaan käsiteltävä alue olisi luultavasti Tampereen raitiotietä suurempi, sillä tunnelin vaikutukset leviävät väistämättä myös ympäröiviin kuntiin. Toisaalta tämänkin liikenneinvestoinnin vaikutusten selvittäminen tuo mukanaan omat haasteensa ennen kaikkea käytettävien muuttujien näkökulmasta, sillä keskustaetäisyys ei hankkeen tavoitteiden näkökulmasta ole välttämättä kaikista oleellisin muuttuja, kuten teoriat yleensä olettavat. Luonnollisesti myös pienemmät tutkimushankkeet yksittäisistä ulkoisvaikutuksista saattaisivat olla hedelmällisiä sekä luonnollisesti myös helpommin toteutettavissa. Ne eivät luonnollisesti anna kokonaiskuvaa liikenneinvestoinnin vaikutuksista, mutta saattavat auttaa yksittäisten parannusten, kuten meluvallien hyötyjen arvioinnissa. Kokonaisuudessaan olisi kuitenkin toivottavaa, että hedonisia hintamalleja sekä maailmanlaajuisia tilastoja kehitettäisiin yhtenäisempään suuntaan, jotta tutkimustuloksista saataisiin vertailukelpoisia ja siten uskottavia. Näin on toimittu etukäteen tehtävissä kustannushyötyanalyysissä, jolloin olisi luontevaa soveltaa samoja periaatteita myös jälkikäteen toteutettavissa analyyseissä.

LÄHTEET

Painetut ja tieteelliset lähteet

Alonso, William (1964). Location and land use: toward a general theory of land rent. Cambridge: Harvard University Press.

Bartik, Timothy J. (1988). Measuring the benefits of amenity improvements in hedonic price models. *Land Economics* 64 (2), s. 172–183.

Chapman, Jeffrey I., Cornia, Gary C., Facer, Rex L. & Walters, Lawrence C. (2009). Alternative financing models for transportation: a case study of land taxation in Utah. *Public Works Management & Policy* 13 (3), s. 202–214.

Dijkstra, Lewis & Poelman, Hugo (2014). A harmonised definition of cities and rural areas: the new degree of urbanisation. European Commission Regional Working Paper 2014. http://ec.europa.eu/regional_policy/index.cfm/en/information/publications/working-papers/2014/a-harmonised-definition-of-cities-and-rural-areas-the-new-degree-of-urbanisation Luettu 19.04.2015.

Epple, Dennis (1987). Hedonic prices and implicit markets: estimating supply and demand functions for differentiated products. *Journal of Political Economy* 95 (1), s. 59–80.

Fujita, Masahisa (1989). Urban economic theory: land use and city size. Cambridge: Cambridge University Press.

Giuliano, Genevieve & Small, Kenneth A. (1991). Subcenters in the Los Angeles Region. *Journal of Urban Economics* 19, s. 47–70.

Hoyt, Homer (1933). One hundred years of land values in Chicago. Chicago: University of Chicago.

Kanemoto, Yoshitsugu & Miyao, Takahiro (2003). Urban dynamics and urban externalities. Lontoo: Routledge.

Kim, Kwang Sik, Park, Sung Joong & Kweon, Young-Jun (2007). Highway traffic noise effects on land price in an urban area. *Transportation Research* 12, osa D, s. 275–280.

Laakso, Seppo (1992). Kotitalouksien sijoittuminen, asuinkiinteistöjen hinnat ja alueelliset julkiset investoinnit kaupunkialueella. VATT tutkimuksia 10.
http://www.vatt.fi/julkaisut/uusimmatJulkaisut/julkaisu/Publication_6093_id/433 Luettu 27.04.2015.

Laakso, Seppo (1997). *Urban housing prices and the demand for housing characteristics*. Helsinki: Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos.

Laakso, Seppo & Loikkanen, Heikki A (2004). *Kaupunkitalous*. Tampere: Tammer-Paino.

Lancaster, Kelvin J. (1966). A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy* 73 (2), s. 132–157.

McDonald, John F. (1979). *Economic analysis of an urban housing market*. New York: Academic Press.

McDonald, John F. & McMillen, Daniel P. (2007). *Urban economics and real estate: theory and policy*. Oxford: Blackwell Publishing.

McMillen, Daniel P. (1996). One hundred fifty years of land values in Chicago: a nonparametric approach. *Journal of Urban Economics* 40, s. 100–124.

Mills, Edwin (1972). *Studies in the structure of the urban economy*. Baltimore: Johns Hopkins Press.

Mohammad, Sara I., Graham, Daniel J., Melo, Patricia C. & Anderson, Richard J. (2013). A meta-analysis of the impact of rail projects on land and property values. *Transport Research* 50, osa A, s. 158–170.

Muth, Richard (1969). *Cities and housing: the spatial pattern of urban residential land use*. Chicago: The University of Chicago Press.

Nishimura, Kiyoshi G., Yamazaki, Fukujyu, Idee, Takako & Watanabe, Toshiaki (1999). Distortionary taxation, excessive price sensitivity, and Japanese land prices. NBER Working Paper 7254. <http://www.nber.org/papers/w7254>. Luettu 19.04.2015.

Polinsky, A. Mitchell & Shavell, Steven (1976). Amenities and property values in a model of urban area. *Journal of Public Economics* 5, s. 119–129.

Ricardo, David (1821). *Principles of political economy and taxation*. Uusintapainos vuodelta 1911. Lontoo: J M Dent.

Rosen, Sherwin (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *Journal of Political Economy* 82 (1), s. 34–55.

Starrett, David A. (1981). Land value capitalization in local public finance. *Journal of Political Economy* 89 (2), s. 306–328.

Tiebout, Charles M. (1956). A pure theory of local expenditures. *Journal of Political Economy* 64 (5), s. 416–424.

Tsutsumi, Morito, Shimada, Akira & Murakami, Daisuke (2011). Land price maps of Tokyo Metropolitan Area. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 21, s. 193–202.

Vainio, Matti (1995). *Traffic noise and air pollution: valuation of externalities with hedonic price and contingent valuation methods*. Helsingin kauppakorkeakoulu (nykyinen Aaltoyliopisto): Helsinki.

Valli, Raisa, Byring, Bianca, Laakso Seppo, Leskinen, Teuvo & Teerihalme, Henna (2010). Raideliikenteen hyödyt. Helsingin seudun liikenteen (HSL) julkaisusarja 30. <https://www.hsl.fi/julkaisut/2010>. Luettu 03.06.2015.

Von Thünen, Johann (1826). *The isolated state*. Uusintapainos vuodelta 1966. New York: Pergamon Press.

Wang, Rui (2009). The structure of Chinese urban land prices: estimates from benchmark land price data. *J Real Estate Finan Econ* 39, s. 24–38.

Muut lähteet

Airo, Tatu, "Tässä se nyt on: Tampereen ratikan hintalappu julki." Uutinen. Aamulehti 24.4.2014. <http://www.aamulehti.fi/Kotimaa/1194896487319/artikkeli/tassa+se+nyt+on+tampereen+ratikan+hintalappu+julki.html>. Luettu 11.05.2015.

Hankesuunnitelma, Rantatunnelin allianssiurakka (2013). Tampereen kaupunki, Liikennevirasto, Lemminkäinen Infra Oy, Saanio & Reikkola Oy & A-insinöörit Suunnittelu Oy: Tampere. <http://www.tampere.fi/liikennejakadut/projektit/rantavaylantunneli/hankesuunnitelma.html>. Luettu 03.06.2015.

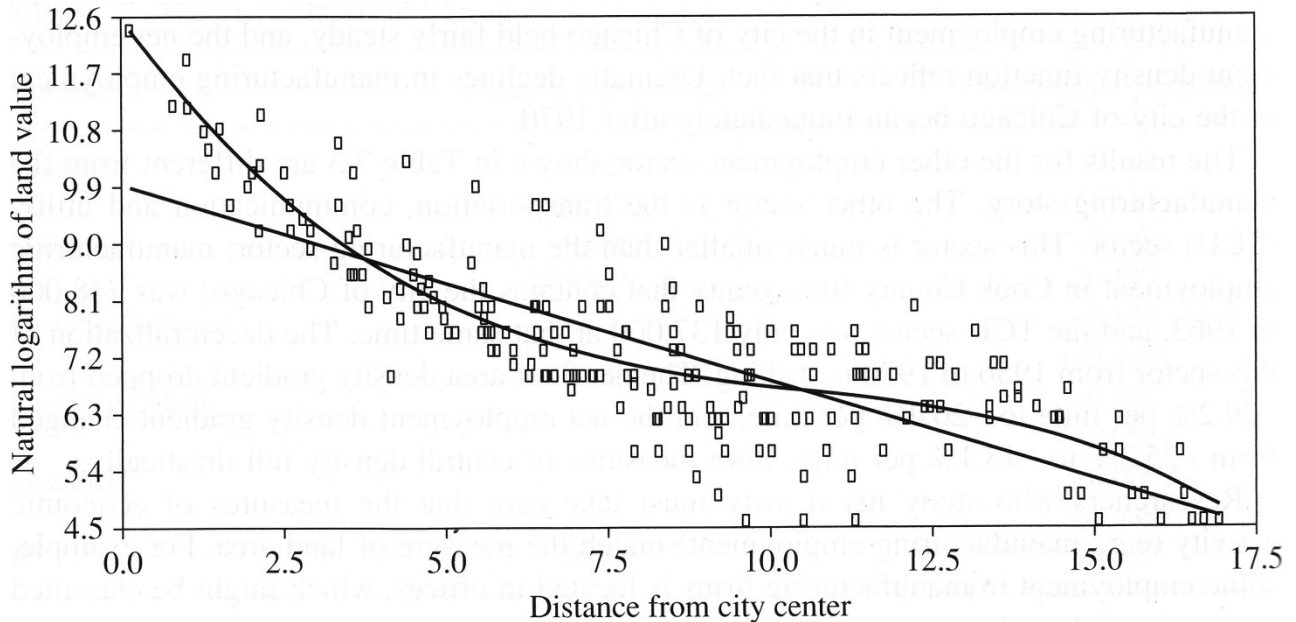
"Kaavoituskatsaus 2015." Tampere: Tampereen kaupungin tiedotuslehti 1, 2015.

Tavoiteasettelu, Tampereen ja Turun ensimmäisen vaiheen yleissuunnitelma (2013). Ramboll Finland Oy: Espoo. <http://www.tampere.fi/liikennejakadut/projektit/kaupunkiraitiotie/yleissuunnitelma.html> Luettu 03.06.2015.

Yleissuunnitelma, Tampereen raitiotie (2014). Tampereen kaupunki: Tampere. <http://www.tampere.fi/liikennejakadut/projektit/kaupunkiraitiotie/yleissuunnitelma.html>. Luettu 03.06.2015.

LIITTEET

Liite 1: McDonaladin ja McMillenin tutkimuksen havaitut maan arvot & estimoidut maanarvofunktiot: Chicago 1873



Lähde: McDonald & McMillen (2007, s. 150)

Liite 2: McDonaladin ja McMillenin regressiomallin estimointitulokset: Chicago 1873

Variable	Negative exponential	Cubic	Cubic with distance to Lake Michigan
Constant	9.930 (69.690)	12.557 (39.424)	12.552 (46.494)
Distance	-0.311 (-19.801)	-1.421 (-10.050)	-1.258 (-10.382)
Distance squared		0.123 (6.684)	0.115 (7.397)
Distance cubed		-0.004 (-5.536)	-0.004 (-6.417)
Distance to Lake Michigan			-0.192 (-9.150)
R^2	0.648	0.751	0.822

T-values are in parentheses below the estimated coefficients.

Lähde: McDonald & McMillen (2007, s.150)

Liite 3: McMillenin regressiomallin estimointitulokset: Chicago 1960–1990

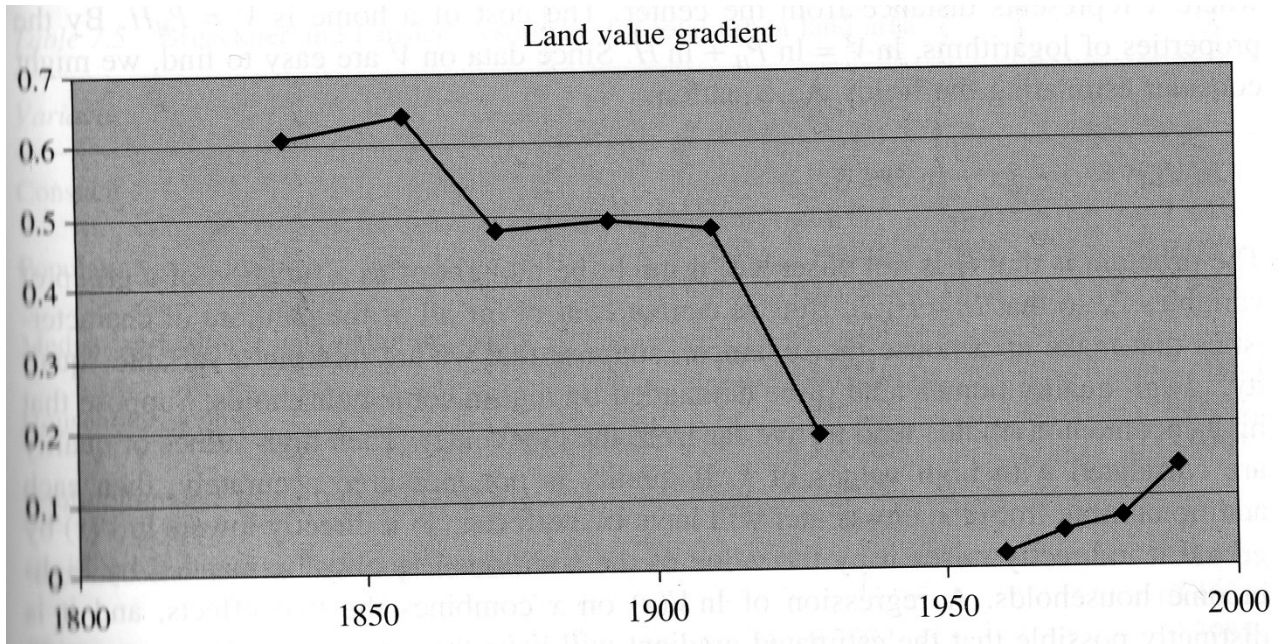
OLS Estimates

Variable	1960	1970	1980	1990
1. Constant	30.3054 (0.6598)	32.6321 (0.8789)	38.9781 (0.9801)	− 14.3662 (0.3907)
2. DCBD	− 2.7770 (15.7992)	− 2.5539 (17.7756)	− 2.1977 (14.2946)	− 1.0734 (7.5077)
3. DCBD ² /100	67.1409 (2.7924)	54.3019 (2.7947)	55.6652 (2.6845)	− 7.9821 (0.4181)
4. DCBD ³ /1000	− 32.2049 (7.4371)	− 25.5922 (7.2809)	− 20.9763 (5.6078)	2.2322 (0.6502)
5. DLAKE	− 0.7874 (1.8804)	− 0.8922 (2.5996)	− 0.7456 (2.0360)	− 0.7982 (2.3399)
6. DAIR	− 0.8075 (0.3144)	− 1.1383 (0.5475)	− 0.3875 (0.1735)	2.5822 (1.2504)
7. DMID	− 1.0879 (0.8116)	− 0.7739 (0.7185)	− 2.5717 (2.2346)	− 1.1971 (1.1532)
8. <i>N</i>	− 1.5432 (1.2232)	− 0.5775 (0.5558)	1.8199 (1.6386)	4.8825 (4.8107)
9. <i>N</i> × DCBD	0.0406 (0.5708)	− 0.2191 (3.7375)	− 0.2695 (4.3724)	− 0.4508 (7.8807)
10. <i>N</i> × DCBD ² /100	− 1.9819 (1.7323)	2.4157 (2.5666)	2.8126 (2.8250)	5.6778 (6.2237)
11. <i>N</i> × DCBD ³ /1000	0.9677 (1.7918)	− 1.0935 (2.4681)	− 1.3538 (2.8998)	− 2.5946 (6.0588)
12. <i>N</i> × DLAKE	0.1085 (2.3709)	0.0430 (1.1359)	− 0.0370 (0.7685)	− 0.1307 (3.5960)
13. <i>N</i> × DAIR	0.1043 (1.2554)	0.0439 (0.6485)	0.0830 (1.1532)	− 0.1348 (2.0333)
14. <i>N</i> × DMID	0.0387 (0.3761)	0.0392 (0.4741)	− 0.0711 (0.8043)	0.0426 (0.5281)
15. <i>E</i>	5.1253 (0.8246)	4.2774 (0.8512)	5.0339 (0.9383)	− 3.4106 (0.6891)
16. <i>E</i> × DCBD	− 0.5289 (6.5083)	− 0.5133 (7.7750)	− 0.6172 (8.8509)	− 0.3156 (4.7642)
17. <i>E</i> × DCBD ² /100	11.5365 (9.0708)	10.3126 (10.0145)	9.9577 (9.0939)	3.1858 (3.1077)
18. <i>E</i> × DCBD ³ /1000	− 6.1952 (8.8265)	− 5.2503 (9.2263)	− 4.9625 (8.1142)	− 0.6058 (1.0857)
19. <i>E</i> × DLAKE	− 0.2125 (2.1610)	− 0.1956 (2.4637)	− 0.0683 (0.8045)	− 0.0563 (0.7235)
20. <i>E</i> × DAIR	− 0.1201 (0.6709)	− 0.0915 (0.6320)	− 0.0065 (0.0421)	0.2257 (1.5769)
21. <i>E</i> × DMID	− 0.2004 (1.9324)	− 0.1407 (1.6887)	− 0.2292 (2.5727)	− 0.0550 (0.6957)
<i>R</i> ²	0.6280	0.7512	0.8083	0.8730

Absolute *t*-values are in parentheses.

Lähde: McMillen (1996, s. 118)

Liite 4: Maanarvokäyrän kaltevuuden kehitys: Chicago 1830–1990



Lähde: McDonald & McMillen (2007 s. 151)

Liite 5: Tavanomaisia tilastotietoja Laakson käyttämistä muuttujista

	<u>Mean</u>	<u>St.dev.</u>	<u>Max.</u>	<u>Median</u>	<u>Min.</u>
Floor space, m	54.2	31.9	750	48	8.5
Age of building	36.2	22.3	146	31	1
Total price, 1000 FIM	404	347	8499	320	13
Price/m2, FIM	7645	3873	72000	6949	163
Lot efficiency	1.78	1.40	10.49	1.11	.01
Open space ind.	4.98	2.28	10.13	3.78	1.96
Service level ind	50.7	18.6	79	53	10
Income ind.	99.9	14.0	198.0	97.7	71.8
CBD distance, min	17.4	7.8	35.7	16.6	3.4

	<u>Year</u>				
	<u>19 80</u>	<u>1985</u>	<u>1989</u>	<u>1993</u>	<u>Total</u>
	<u>Mean</u>	<u>Mean</u>	<u>Mean</u>	<u>Mean</u>	<u>Mean</u>
Floor space, m	54.7	53.0	52.1	56.0	54.2
Age of building	28.5	33.6	35.9	41.0	36.2
Total price, 1000 FIM	160	336	629	389	404
Price/m2, FIM	2968	6485	12326	7020	7645
Lot efficiency	1.70	1.77	1.76	1.82	1.78
Open space ind.	5.04	4.97	5.12	4.87	4.98
Service level ind.	49.8	50.9	50.2	51.4	50.7
Income ind.	100.4	101.1	99.6	99.4	99.9
CBD distance, min.	16.6	17.6	17.9	17.3	17.4
Number of observations	5055	4542	3813	5410	18820

Lähde: Laakso (1997, s. 94)

Liite 6: Laakson estimoimat rakennuskannan arvot ja niiden muutokset

<u>Distance to metro station</u>	<u>Number of dwellings</u>	<u>Value of the stock with 1980 transp. syst. Mill. FIM</u>	<u>Change of the value between transport systems of 1980 and 1998 Mill. FIM</u>	<u>%</u>
-250 m	11 200	3 500	220	6.3
250-500 m	30 600	11 300	590	5.2
500-750 m	29 900	12 500	490	3.9
750-1000 m	22 800	9 900	130	1.3
0-1000 m total	95 500	37 200	1 430	3.8
1000+ m	18 700	9 000	-210	-2.3
Total	114 200	46 200	1 220	2.6

Lähde: Laakso (1997, s. 233)

Liite 7: Sik Kimin, Joong Parkin ja Kweonin tutkimuksessa käytetyt muuttujat

Variable descriptions

<u>Variables</u>	<u>Definition</u>
Land price	Dependent variable Official land price (Korean won) per m ² as of 1st January, 2003
<i>Locational characteristics</i>	Independent variables
Floor area ratio	Ratio of the total floor area of a building to the gross area of the plot
Residential type 1 indicator	General residential land use of single family housing with maximum 3 floors
Residential type 2a indicator	General residential land use of row houses with maximum 10 floors
Residential type 3 indicator	General residential land use of apartments with no maximum floor limit
Semi-residential indicator	Semi-residential land use of mixed with commercial land use
<i>Neighborhood characteristics</i>	
Distance to highway	Euclidean distance to the highway (meters)
Distance to arterial road	Euclidean distance to nearby arterial road (meters)
Distance to minor arterial	Euclidean distance to nearby minor arterial (meters)
Distance to subway	Euclidean distance to nearby subway station (meters)
Travel time to city center	Travel time from nearby subway station to city hall station (minutes)
<i>Environmental characteristics</i>	
Overpass indicator	1 if a highway segment is overpass, 0 otherwise
Noise barrier indicator	1 if noise proof barrier is installed along a highway segment, 0 otherwise
Tunnel indicator	1 if tunnel is present within a highway segment, 0 otherwise
ADT	Average daily traffic volume of the highway (veh/day)
Average speed	Average daily vehicle speed of the highway (km/h)
Traffic noise level	Measured traffic noise level in decibel (dBs)

Notes: The base unit of the data is an analysis zone, \$1 is approximately equivalent to 1000 Korean won.

Lähde: Sik Kim, Joong Park & Kweon (2007, s. 277)

Liite 8: Sik Kimin, Joong Parkin ja Kweonin estimointitulokset

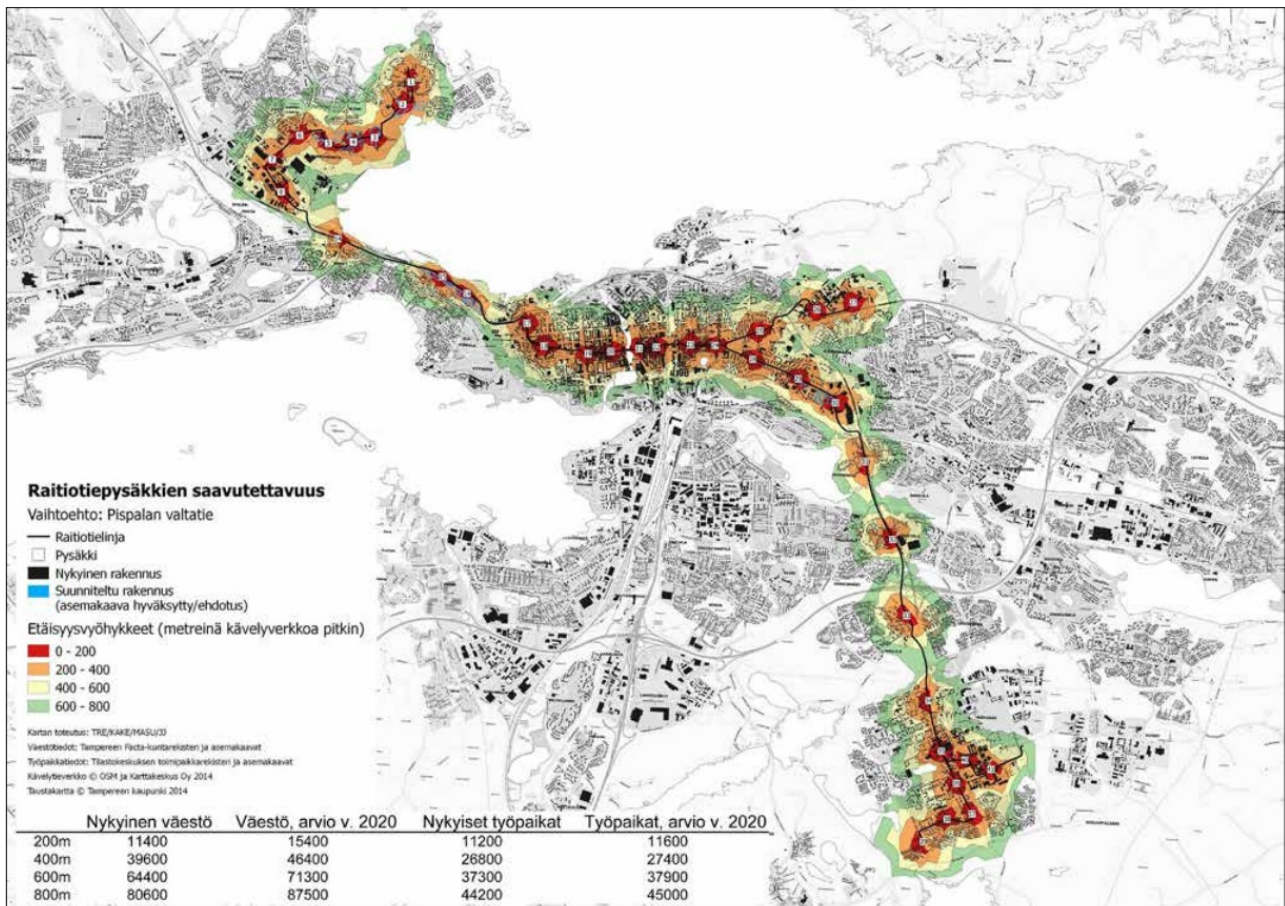
Estimated hedonic price models

Variables	Functional forms							
	Linear ($P = \alpha + \beta X$)		Inverse semi-log ($P = \alpha + \ln \beta X$)		Semi-log ($\ln P = \alpha + \beta X$)		Double-log ($\ln P = \alpha + \beta \ln X$)	
	Coeff.	t-value	Coeff.	t-value	Coeff.	t-value	Coeff.	t-value
Constant	3,298,316	6.30***	9,582,840	4.06***	15.73	38.7***	21.23	11.6***
Traffic noise level	-30,954	-6.20***	-1,639,949	-5.86***	-0.0250	-6.44***	-1.327	-6.09***
Total floor area ratio	6,376	5.79***	1,076,916	5.62***	0.00502	5.88***	0.843	5.65***
Distance to highway	153	0.68	19,694	0.53	0.00014	0.81	0.0198	0.78
Distance to arterial	-10.97	-1.76*	-32,452	-2.08**	0.00001	1.54	-0.0221	-1.94*
Distance to minor arterial	-298.5	-0.97	-16,723	-0.47	-0.00016	-0.68	-0.0115	-0.42
Distance to subway	44.16	1.03*	68,921	1.81*	0.00001	1.25	0.0352	1.19
Travel time to city center	-6,347	-1.69	-134,630	-2.06**	-0.00559	-1.79*	-0.110	-2.52**
Overpass indicator	-114,445	-1.07	-8,751	-1.40	-0.126	-1.51	-0.041	-2.55**
Noise barrier indicator	-590,563	-4.70***	-626,621	-4.65***	-0.453	-4.64***	-0.478	-4.55***
ADT	-5.25	-5.21***	-566,484	-4.56***	0.000001	-5.66***	-0.480	-4.96***
F	11.02***		10.74***		11.67***		12.11***	
R ²	0.52		0.51		0.53		0.54	
White's test statistics	20.27		17.38		12.46*		10.21***	

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, and *** $p < 0.01$.

Lähde: Sik Kim, Joong Park & Kweon (2007, s. 279)

Liite 9: Tampereen raitiovaunun suunniteltu reitti ja pysäkkien vaikutusalueet



Lähde: Yleissuunnitelma, Tampereen raitiotie (2014, s. 75)

Liite 10: Mohammedin et al. keräämät tutkimustulokset raideinvestointien aikaansaamista muutoksista kiinteistöjen ja maan arvoissa

Author(s)	Type	Measure	Rail system	Location	% change	Notes
Voith (1991)	Residential	Purchase of property	Commuter rail	Pennsylvania and New Jersey	3.8–10%	Report shows the impact of transport, neighbourhood and property characteristics affect values
Laakso (1992)	Residential	Purchase of property	Metro	Helsinki, Finland	3.5–6%	
Al-Mosaind et al. (1993)	Residential	Purchase of property	Light rail	Portland, USA	10.6%	
Chen et al. (1997)	Residential	Purchase of property	Light rail	Portland, USA	10.5%	
Weinstein and Clower (1999)	Residential	Purchase of property	DART light rail	Dallas, USA	–5.2%	
Dueker and Bianco (1999)	Residential	Purchase of property	Light rail	Portland, USA	6.5%	
Chesterton (2000)	Residential	Purchase of property	Underground	London, UK	71.1% and 42%	
Bowes and Ihlanfeldt (2001)	Residential	Purchase of property	MARTA	Atlanta, USA	–19% to 2.4%	
Clower and Weinstein (2002)	Residential	Purchase of property	DART light rail	Dallas, USA	7.2% and 18.2%	
Bae et al. (2003)	Residential	Purchase of property	Seoul's rail	Seoul, Korea	0.13–2.6%	
Cervero (2003)	Residential	Purchase of property	Light and commuter rail	San Diego County, USA	–12% to 46%	Large variations depending on location
Gibbons and Machin (2003)	Residential	Purchase of property	Underground	London, UK	1.5% increase every 1 km reduction	
Yankaya and Celik (2004)	Residential	Purchase of property	Metro	Izmir, Turkey	0.7% and 13.7%	
Debrezion et al. (2006)	Residential	Purchase of property	Dutch national railway	Holland	25%	
Du and Mulley (2007)	Residential	Purchase of property	Tyne and Wear light rail	England, UK	–42% to 50%	
Duncan (2008)	Residential	Purchase of property	Light rail	San Diego, USA	5.7% and 16.6%	
Pan and Zhang (2008)	Residential	Purchase of property	Shanghai rail transit system	Shanghai, China	1.1% and 3.3%	
Agostini and Palmucci (2008)	Residential	Purchase of property	Santiago metro	Santiago, USA	From 3.8% to 7.4%	
Benjamin and Sirmans (1996)	Residential	Rent of property	Metro	Washington, DC, USA	Each one-tenth of a mile reduces by 2.5%	
Bollinger et al. (1998)	Office	Rent of property	Light rail	Atlanta, USA	–7%	Using semi-log models
Weinberger (2001)	Office	Rent of property	Light rail	Santa Clara County, USA	7–10%	
Weinstein and Clower (1999)	Retail	Purchase of property	DART light rail	Dallas, USA	4.6%	
	Office		DART light rail	Dallas, USA	22.7%	
FTA (2000)	Commercial	Purchase of property	Metro	Washington, DC, USA	2% increase every 1000 feet	
Cervero (2003)	Commercial		Light and commuter rail	San Diego County, USA	71.9–91%	
Weinstein and Clower (1999)	Residential	Purchase of land	DART light rail	Dallas, USA	7.7%	
	Retail	Purchase of land			29.7%	
	Office	Purchase of land			10.1%	
Cervero and Duncan (2002)	Commercial	Purchase of land	Light rail	Santa Clara County, USA	23%	
	Commercial	Purchase of land	Commuter		120%	

Lähde: Mohammad, Sara I., Graham, Daniel J., Melo, Patricia C. & Anderson, Richard J. (2013, s. 160)